

Inhalt

Jahrgangsstufe 7	2
UV 7.1: Stoffe im Alltag (ca. 18 Ustd.)	2
UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt (ca. 8 Ustd.)	7
UV 7.3: Facetten der Verbrennungsreaktion (ca. 20 Ustd.)	11
<i>Fakultativ</i> UV 7.4: Luft und Wasser (ca. 12 Ustd.)	18
Jahrgangsstufe 8	21
UV 8.1: Vom Rohstoff zum Metall (ca. 14 Ustd.)	21
UV 8.2: Elementfamilien schaffen Ordnung (ca. 19 Ustd.)	27
<i>Fakultativ</i> UV 8.3: Experimentelles Arbeiten (ca. 8 Ustd.)	33
Jahrgangsstufe 9	35
UV 9.1: Atombau (ca. 15 Ustd.)	35
UV 9.2: Die Welt der Mineralien (ca. 22 Ustd.) (Beispiel 1)	38
UV 9.3: Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 16 Ustd.)	44
UV 9.4: Gase in unserer Atmosphäre (ca. 12 Ustd.)	52
UV 9.5: Gase – wichtige Ausgangsstoffe für Industrierohstoffe (ca. 10 Ustd.) (Power-to-Gas-Verfahren)	58
Alternativ: UV 9.5: Gase – wichtige Ausgangsstoffe für Industrierohstoffe (ca. 10 Ustd.) (Ammoniaksynthese)	64
Jahrgangsstufe 10	74
UV 10.1: Wasser, mehr als ein Lösemittel (ca. 10 Ustd.)	74
UV 10.2: Saure und alkalische Lösungen in unserer Umwelt (10 Ustd.)	80
UV 10.3: Reaktionen von sauren mit alkalischen Lösungen (ca. 9 Ustd.)	85
UV 10.4: Risiken und Nutzen bei der Verwendung saurer und alkalischer Lösungen (ca. 7 Ustd.)	90
UV 10.5: Alkane und Alkanole in Natur und Technik (ca. 16 Ustd.)	93
<i>Fakultativ</i> UV 10.6: Vielseitige Kunststoffe (ca. 8 Ustd.)	99
<i>Fakultativ</i> Alternativ: UV 10.6: Nanochemie (ca. 8 Ustd.)	105

Jahrgangsstufe 7

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

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?</i>	IF1: Stoffe und Stoffeigenschaften – messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften – Gemische und Reinstoffe – Stofftrennverfahren – einfache Teilchenvorstellung	UF1 Wiedergabe und Erklärung • Beschreiben von Phänomenen UF3 Ordnung und Systematisierung • Klassifizieren von Stoffen E1 Problem und Fragestellung • Erkennen von Problemen E4 Untersuchung und Experiment • Durchführen von angeleiteten und selbstentwickelten Experimenten • Beachten der Experimentierregeln K1 Dokumentation • Verfassen von Protokollen nach vorgegebenem Schema • Anfertigen von Tabellen bzw. Diagrammen nach vorgegebenen Schemata K2 Informationsverarbeitung • Informationsentnahme
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • Grundsätze des kooperativen Experimentierens • Protokolle zum Beispiel unter Einsatz von Scaffoldingtechniken anfertigen ... zur Vernetzung: • Anwenden charakteristischer Stoffeigenschaften zur Einführung der chemischen Reaktion → UV 7.2 • Weiterentwicklung der Teilchenvorstellung zu einem einfachen Atommodell → UV 7.3 ... zu Synergien: • Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik UV 6.1		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Welche Eigenschaften eignen sich zum Identifizieren von Reinstoffen?</i> (ca. 12 Ustd.)	Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Schmelztemperatur/Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit, <i>pH</i>-Wert) identifizieren (UF1, UF2), eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell ermitteln (E4, E5, K1).	Kontext: Detektive im Labor Problemorientierter Einstieg: Laborglas ohne Etikett mit einer farblosen Flüssigkeit (z. B. Wasser, Glycerin, Ethanol) – Ideensammlung von Verfahren, um herauszufinden, welcher Stoff in dem Laborglas ist (z. B. Kartenabfrage) Erarbeitung verschiedener Stoffeigenschaften (Experimente und Informationsrecherche), z.B. mithilfe eines Lernzirkels (individuell erweiterbar je nach Ideen der S'uS) 1. Löslichkeit in Wasser 2. Elektrische Leitfähigkeit 3. Siedetemperatur 4. Dichte Hinweise zum Lernzirkel: • Regeln zum sicheren Umgang mit Chemikalien und Geräten, die für die jeweiligen Stationen relevant sind, erfolgen an den entsprechenden Stationen. • Die Experimente sollten alle angeleitet sein. • Einführung des Protokollschemas als Lückentext an den verschiedenen Stationen. Hilfekarten zur Benennung der verwendeten Laborgeräte. [1] [2] • Identifikation der Stoffe mithilfe von Stoffsteckbriefen (Informationsentnahme) Lernaufgabe: selbstständiges Identifizieren eines Stoffes (z. B. Propanol, Kochsalz, Zucker) mithilfe einer Lerninteraktionsbox [3] Einführung von Säuren und Basen als Categoriesystem für Stoffe mit messbaren Eigenschaften als vorbereitendes Grundwissen für kommende Schuljahre

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Wie lassen sich die Aggregatzustandsänderungen auf Teilchenebene erklären?</i> (ca. 2 Ustd.)	Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3).	Einstiegsexperiment (DV/SV): Komprimierbarkeit von Metallstab, Wasser und Luft im Vergleich [4] Deutung auf Teilchenebene in Bezug auf Abstand, Beweglichkeit und Ordnung [5] [6]
<i>Wie kann man die Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen anhand ihrer Eigenschaften beurteilen?</i> (ca. 3 Ustd.)	Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3), die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften begründen (B1, K2).	Untersuchen der charakteristischen Eigenschaften von Metallen [7], Unterscheidung von Metallen und Nichtmetallen anhand ihrer Eigenschaften Lernaufgaben zur Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von Alltagsgegenständen aus Metallen aufgrund ihrer charakteristischen Eigenschaften Vertiefungsmöglichkeit: Einsatz von Metalllegierungen
<i>Wie lassen sich Reinstoffe aus Stoffgemischen mithilfe physikalischer Trennverfahren gewinnen?</i> (ca. 6-8 Ustd.)	Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften planen und sachgerecht durchführen (E1, E2, E3, E4, K1).	Möglicher Kontext: Trinkwasser – unser wichtigstes Lebensmittel [8] Portfolio-Gruppenarbeit, kooperatives Experimentieren, Erweiterung der Regeln zum sicheren Experimentieren (je nach Experimentiersituation z. B. Umgang mit dem Gasbrenner): • Probleme der Trinkwasserversorgung hier und in anderen Regionen der Welt • Entwicklung eigener Ideen zur Reinigung von verschmutztem Wasser • Entwicklung eines S-Versuchs zur Reinigung durch Filtrieren • Trinkwassergewinnung aus Meerwasser durch Destillation Integration von sprachsensiblen Unterrichtsmaterialien [9]

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Sprachbildung.pdf https://www.kreis-lippe.de/media/custom/2001_5202_1.PDF?1418911228 http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf	In Kapitel 4.3.2 werden Strategien und Techniken des systematischen Scaffoldings dargestellt. Die Idee vom Lernenden Schreiben wird anhand des Protokollschreibens im Physikanfangsunterricht vorgestellt. Dabei wird ein Überblick über Scaffolding-Techniken beim Protokollschreiben gegeben. 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. 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	https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht.html	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.
3	J. Koenen. M. Emden. E. Sumfleth. Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung. Münster. Waxmann. 2016 S.15ff http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-der-Erkentnisgewinnung-1.pdf	Koenen, Emden und Sumfleth geben in diesem Artikel einen Überblick über Fördermöglichkeiten beim Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Durch die Wahl verschiedener Öffnungsgrade und der Integration von Hinweiskarten in den Interaktionsboxen kann die Lernaufgabe binnendifferenziert werden. Im Anhang (S. 78 ff.) finden sich Übersichten, Materialienlisten und Aufgabenstellungen für die Interaktionsboxen.
4	Schreiber, Silke. Lebendiges Teilchenmodell. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 2004 (79). S. 15-17	Schreiber gibt Informationen zum Versuch zur Komprimierbarkeit mittels Spritzentechnik und dessen Auswertung auf Teilchenebene.
5	http://www.digitale-medien.schule/aggregatzustaende.html	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.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
6	http://chemie-digital.zum.de/wiki/Frau_Lachner/Aggregatzustände_im_Teilchenmodell	Die digitale Lernumgebung von Lachner simuliert die Beschreibung der Aggregatzustände mit dem Kugelteilchenmodell. Zur Übung findet man Lückentexte und MC-Aufgaben.
7	http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-077.htm	Experimentiervorschrift zur Unterscheidung von metallischen und nichtmetallischen Festkörpern
8	https://www.wasser-macht-schule.de/trinkwasser/gewinnung https://www.wasser-aqualino.de/forscherwerkstatt/arbeitsblaetter https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-03/un-weltwasserbericht-klimawandel-trinkwasserversorgung	Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. gibt auf der Website „wasser-macht-schule“ Informationen zu Ressourcen, Trinkwassergewinnung, -preis und -nutzung in Deutschland. Die Website „Aqualino“ beinhaltet Arbeitsblätter und Experimentiervorschriften. Sie wird in einer Gemeinschaftsaktion der regionalen Wasserwirtschaft herausgegeben. 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 http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-von-Diagnostik-und-F%C3%B6rderung.pdf	Im Anhang auf S. 85 ff findet man sprachensible Unterrichtsmaterialien zum Thema „Stofftrennung und Stoffgemische“, die von Leisen (Handbuch Sprachförderung im Fach) stammen. Sie wurden von Özcan für die Diagnostik des Einflusses der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie verwendet.

letzter Zugriff auf die URL: 29.06.2019

UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt (ca. 8 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i>	IF2: Chemische Reaktion – Stoffumwandlung – Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie	UF1 Wiedergabe und Erklärung • Benennen chemischer Phänomene E2 Beobachtung und Wahrnehmung • gezieltes Wahrnehmen und Beschreiben chemischer Phänomene K1 Dokumentation • Dokumentieren von Experimenten K4 Argumentation • fachlich sinnvolles Begründen von Aussagen
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • Betrachtung von chemischen Reaktionen auf der Phänomenebene ausreichend; Entscheidung über eine Betrachtung auf Diskontinuumsebene bei der jeweiligen Lehrkraft ... zur Vernetzung: • Vertiefung des Reaktionsbegriffs → UV 7.3 • Weiterentwicklung der Wortgleichung zur Reaktionsgleichung → UV 9.1 • Aufgreifen der Aktivierungsenergie bei der Einführung des Katalysators → UV 9.4 ... zu Synergien: • thermische Energie ← Physik UV 6.1, UV 6.2		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i> (ca. 5-6 Ustd.)	chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit anderen Eigenschaften und in Abgrenzung zu physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3), einfache chemische Reaktionen sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K1), chemische Reaktionen in Form von Reaktionsschemata in Worten darstellen (UF1, K1), bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Energieumwandlung der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet angeben (UF1), bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der Aktivierungsenergie zum Auslösen einer Reaktion beschreiben (UF1).	Kontext: Chemische Reaktionen nicht nur im Labor problemorientierter Einstieg: Gewinnung von Salz und Zucker aus Salzwasser bzw. Zuckerwasser durch Eindampfen Beobachtung: • beim Salzwasser verdampft das Wasser und zurück bleibt Kochsalz • beim Zuckerwasser verdampft zunächst Wasser, dann entsteht ein zähflüssiger Zuckersirup und anschließend karamellisiert der Zucker [1] Untersuchung der Vorgänge beim Erhitzen von Zucker [2]: – Beobachtung der Verfärbung der Schmelze von weiß über gelb zu braun bis schwarz (neuer Stoff mit neuen Eigenschaften) – Beobachtung einer farblosen Flüssigkeit (Nachweis von Wasser als zweites Reaktionsprodukt) Definition der chemischen Reaktion als Stoffumwandlung Chemische Reaktion genauer betrachtet: Reaktion von Eisen und Schwefel zu Eisensulfid – Beschreibung der Ausgangsstoffe und Endstoffe – Deutung der Versuchsbeobachtungen hinsichtlich der Veränderung der Stoffeigenschaften und der energetischen Beobachtungen – Reaktionsschema für die Reaktion aufstellen – Einführung der Fachbegriffe „chemische Energie“ (in Stoffen gespeicherte Energie) und „Aktivierungsenergie“ Erweiterung der Definition für chemische Reaktionen um energetische Aspekte

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Welche Bedeutung haben chemische Reaktionen für den Menschen?</i> (ca. 2-3 Ustd.)	chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag identifizieren (E2, UF4), die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4).	Lernzirkel „chemische Reaktionen“ im Alltag; Begründungen angeben, warum es sich um chemische Reaktionen handelt; Nutzen der chemischen Reaktion erläutern; mögliche Reaktionen: – Untersuchung von Brausepulver [3] – Untersuchung von Backtriebmitteln (Natron, Hirschhornsalz) [4] – Verbrennung von Kohle – Chemische Reaktionen im Menschen (Verdauung) [5] – Kalkentfernung mithilfe saurer Reiniger – ... Überprüfungs- und Anwendungsaufgaben Vertiefungs-/Differenzierungsmöglichkeit: - Energiegehalt von Lebensmitteln (Schokolade) z. B. Backen eines Spiegeleis mit einem Stück brennender Schokolade [6] (Alternative: Verbrennung eines Marshmallows in einem Kalorimeter und Messen des Temperaturanstiegs) [7] - Energieumwandlungen von chemischer Energie in andere Energieformen anhand von Beispielen beschreiben - Recherche nach weiteren chemischen Reaktionen im Alltag

weiterführendes Material:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 09.10.2019

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Was ist eine chemische Reaktion?</i>	IF3: Chemische Reaktionen – Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad – chemische Elemente und Verbindungen: Analyse, Synthese – Nachweisreaktionen – Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Wasser als Oxid – Gesetz von der Erhaltung der Masse – einfaches Atommodell	UF3 Ordnung und Systematisierung • Einordnen chemischer Sachverhalte UF4 Übertragung und Vernetzung • Hinterfragen von Alltagsvorstellungen E4 Untersuchung und Experiment • Durchführen von Experimenten und Aufzeichnen von Beobachtungen E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Ziehen von Schlüssen E6 Modell und Realität • Erklären mithilfe von Modellen K3 Präsentation • fachsprachlich angemessenes Vorstellen chemischer Sachverhalte B1 Fakten- und Situationsanalyse • Benennen chemischer Fakten B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen • Aufzeigen von Handlungsoptionen

weitere Vereinbarungen

... zur Schwerpunktsetzung:

- Demonstrations-Modell Brennstoffzellenauto

... zur Vernetzung:

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

Arbeitsfassung

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

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

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Welche Rolle spielt die Luft bzw. der Sauerstoff bei Verbrennungsprozessen?</i> (ca. 3 Ustd.)	die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4), Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4).	Kontext: Auch Metalle können brennen Anhand der Stoffproben Eisenpulver, Eisenwolle, Eisenblech sollen die Schülerinnen und Schüler begründet Vermutungen entwickeln, welche Stoffprobe (besser) verbrennt (Bestätigungsexperiment, Einführung Zerteilungsgrad). Verbrennung von Eisenwolle bzw. Magnesium im sauerstoffgefüllten Standzylinder und Vergleich mit einer Verbrennung an der Luft (Förderung der Verbrennung bei Erhöhung des Sauerstoffgehalts) Der Vergleich führt zu der Frage, wie viel Sauerstoff in der Luft ist und wie man dies bestimmen kann. Verbrennung von Eisen im Glasrohr zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts in der Luft Erstellen von Steckbriefen zu den wichtigsten Bestandteilen der Luft, Nachweise von Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid (arbeitsteilig in GA) und Anfertigung eines Kreisdiagramms zu den Hauptbestandteilen der Luft
<i>Wie kann Wasserstoff als Kraftstoff genutzt werden?</i> (ca. 4 Ustd.)	Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4), die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben (UF1), Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser abwägen (B1).	Fakultativ Kontext: Brennstoffzellen im Straßenverkehr Das Brennstoffzellenauto – wie funktioniert es? – Demonstration eines funktionsfähigen Modells eines Brennstoffzellenautos – vereinfachte Beschreibung der Funktionsweise eines Fahrzeugs mit Brennstoffzelle [4] Gruppenpuzzle, Differenzierung mittels Anforderungsbereich der einzelnen Themen: a) das Brennstoffzellenauto (Modellexperiment) und qualitative energetische Betrachtung b) Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Wasserstoff c) Wasserstoff-Fahrzeuge: Recherche aktueller Stand

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		nach der Austauschphase: Sammlung von Vor- und Nachteilen eines Wasserstoff-Autos in den Stammgruppen Wie kann Wasser zerlegt werden, wie kann es hergestellt werden? – Analyse von Wasser: Magnesium verbrennt in siedendem Wasser (Nachweis Wasserstoff). Wasser muss aus den Elementen Wasserstoff (entstandener Wasserstoff) und Sauerstoff (entstandenes Magnesiumoxid) bestehen. Nachweis von Wasserstoff Synthese von Wasser: Verbrennung Wasserstoff an der Luft, Nachweis von Wasser [4]

weiterführendes Material:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 10.11.2019

Fakultativ

UV 7.4: Luft und Wasser (ca. 12 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Luft und Wasser für unser Überleben?</i>	IF4: Luft und Wasser –	UF2 Auswahl und Anwendung • Anwenden chemischen Fachwissens E3 Vermutung und Hypothese • hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung B3 Abwägung und Entscheidung • begründetes Auswählen von Handlungsoptionen B4 Stellungnahme und Reflexion • Begründen von Entscheidungen
weitere Vereinbarungen •		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Ist Wasser eine Ressource?</i> (ca. 6 Ustd.)		Wasserkreislauf als Beispiel für „natürliches Recycling“ Bedeutung des Wassers als Trink- und Nutzwasser Problematik der Wasserverteilung in Europa vs. andere Teile der Welt Abwasser und Wiederaufbereitung Gewässer als Lebensräume
<i>Was atmen wir da eigentlich?</i> (ca. 6 Ustd.)		Zusammensetzung der Luft Luftverschmutzung Thematisierung von Feinstaub anhand aktueller Berichte/ Artikel; auch als Recherchearbeit denkbar Treibhausgase und ihre Auswirkungen

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1		
2		

letzter Zugriff auf die URL: 18.11.2019

Jahrgangsstufe 8

UV 8.1: Vom Rohstoff zum Metall (ca. 14 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?	IF4: Metalle und Metallgewinnung – Zerlegung von Metalloxiden – Sauerstoffübertragungsreaktionen – edle und unedle Metalle – Metallrecycling	UF2 Auswahl und Anwendung • Anwenden chemischen Fachwissens UF3 Ordnung und Systematisierung • Klassifizieren chemischer Reaktionen E3 Vermutung und Hypothese • hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung B3 Abwägung und Entscheidung • begründetes Auswählen von Handlungsoptionen B4 Stellungnahme und Reflexion • Begründen von Entscheidungen
weitere Vereinbarungen ... zur Vernetzung: • energetische Betrachtungen bei chemischen Reaktionen ← UV 7.2 • Vertiefung Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen ← UV 7.3 • Vertiefung Element und Verbindung ← UV 7.3 • Weiterentwicklung des Begriffs der Zerlegung von Metalloxiden zum Konzept der Reduktion → UV 9.2 ... zu Synergien: • Versuchsreihen anlegen ← Biologie UV 5.1, UV 5.4		

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

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4), Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes modellhaft erklären (E6), ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7).	Wie kam Ötzi an sein Kupferbeil? – Einführung in den historischen Kontext mit Auszügen aus einem Jugendbuch [1] oder Zeitungsartikel [2] selbstständige Planung und experimentelle Durchführung der Kupfergewinnung im Schülerversuch (je nach Planung mit Kohlenstoff oder Eisen) Auswertung der Beobachtungen auf der phänomenologischen und submikroskopischen Ebene Aufstellen eines einfachen Reaktionsschemas in Worten Vertiefung: Eisengewinnung früher, heute und morgen in Anbindung an den Besuch des Hochofens im Landschaftspark Nord – Der Rennofen – Sendung mit der Maus [3] – Der Hochofen – Schemazeichnung und chemische Prozesse als Reaktionsschema in Worten [4] – Der Hochofen von morgen – jetzt schon in Duisburg [5,6] Beantwortung der Frage nach der Benennung der historischen Zeitabschnitte
<i>Wie lassen sich Metallbrände löschen?</i> (ca. 2 Ustd.)	Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).	Kontext: Großbrand auf dem Gelände einer Recyclingfirma „Schrottinsel“ in Ruhrort [7] Problemaufriss ausgehend von ausgewählten Zeitungsartikeln, alternativ mit einem Artikel zu einem Magnesiumbrand, z.B. [8] Lehrerdemonstrationsexperiment: Magnesium in Kohlenstoffdioxid verbrennen Untersuchung der Reaktionsprodukte Magnesiumoxid und Kohlenstoff durch die Schülerinnen und Schüler Übertragung der Problematik auf das Löschen mit Wasser

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

weiterführendes Material:

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
10	http://www.welcome-to-sodom.de	Dieser Dokumentarfilm, freigegeben ab 6 Jahren, lief 2018 im Kino und ist mittlerweile auf DVD erhältlich. Es werden Einblicke gegeben in Europas größte Elektroschrotthalde mitten in Afrika (Agbogloshie) und die Verlierer der digitalen Revolution vor Ort porträtiert.
11	https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf	Hier gibt es fertige Materialien für die Unterrichtsgestaltung. Ausgehend von einer Pressemitteilung zum Diebstahl von Kupferkabeln wird die Problematik der Endlagerung von Elektroschrott am Beispiel von Agbogloshie thematisiert sowie die Frage nach den Bauteilen von Smartphones und deren Recycling aufgeworfen. Das Material verweist auf weiterführende Internetquellen, z.B. planet Schule und germanwatch.
12	https://www.fairphone.com/de/	Auf der Internetseite des Unternehmens finden sich weitere Informationen zum fairen Handel mit Smartphones, die die Vorbereitung einer entsprechenden Rollenkarte unterstützen.
13	https://www.bund.net/aktuelles/detail-aktuelles/news/handys-und-effizienz-dein-smartphone-ist-ein-dumbphone/	Dieser Artikel vom BUND thematisiert die Frage nach Möglichkeiten einer nachhaltigen Nutzung neuer Medien und kann ebenfalls als Quelle für die Gestaltung einer entsprechenden Rollenkarte dienen.

letzter Zugriff auf die URL: 18.11.2019

UV 8.2: Elementfamilien schaffen Ordnung (ca. 19 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?</i>	IF5: Elemente und ihre Ordnung - physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Halogene, Edelgase - Periodensystem der Elemente	UF3 Ordnung und Systematisierung • Systematisieren chemischer Sachverhalte nach fachlichen Strukturen E3 Vermutung und Hypothese • Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären von Zusammenhängen mit Modellen. • Vorhersagen chemischer Vorgänge durch Nutzung von Modellen und Reflektion der Grenzen E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • in der Regel Erkenntnisgewinnung mittels Experimenten ... zur Vernetzung: • einfaches Atommodell ← UV 7.3 ... zu Synergien: • Elektronen ← Physik UV 6.3		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Was ist Wasserstoff?</i> (ca. 4 Ustd.)		Wiederholende Betrachtung des Wasserstoffs in Bezug auf seine Eigenschaften und Reaktivität Einführung des Wasserstoffs als leichtestes Element mit Sonderstellung im Periodensystem Nachweisreaktion des Wasserstoffs zur Vorbereitung auf die Auswertung der Reaktion von Alkalimetallen mit Wasser
<i>Was ist eine Elementfamilie?</i> (ca. 5 Ustd.)	Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF 1), chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).	Kontext: Chemische Elemente und ihre Verbindungen in Alltagsprodukten Untersuchung, welche Elemente bzw. Verbindungen in Produkten des Alltags enthalten sind: z.B. Iod in Halogenlampen, Lithiumverbindungen in Akkumulatoren, Edelgase in Leuchtmitteln, Seltenerdelemente in Handys, Natriumchlorid im Steinsalz ... Fokussierung auf Stoffe, in denen Natriumverbindungen enthalten sind (z. B. Kochsalz, Seife, Backpulver, Zahnpasta). Benennung der Natriumverbindungen. Demonstrationsexperiment: Ein erbsengroßes Stück Natrium wird entrindet und die metallisch glänzende Schnittfläche betrachtet. Ist Natrium ein Metall? Bestätigung durch ein Demonstrationsexperiment: Überprüfung der Leitfähigkeit. [1] Zweites Demonstrationsexperiment: Ein erbsengroßes Stück Natrium wird in Wasser gegeben, das mit Phenolphthalein-Lösung (und einem Tropfen Tensid-Lösung) versetzt wurde. Erarbeiten des Unterschieds zwischen elementarem Natrium und Natriumverbindungen Vertiefung: Welche chemische Reaktion hat stattgefunden? – Erklärung des Entstehens einer alkalischen Lösung: Bildung von Natriumhydroxid

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		– Entwicklung eines möglichen Experimentes zum Auffangen und Nachweis des Gases - exp. Durchführung mit Lithium – Aufstellen einer Reaktionsgleichung Überleitung zur Elementfamilie der Alkalimetalle: Die Elemente Lithium und Kalium haben ähnliche Eigenschaften wie Natrium. Exp.: <i>Flammprobe mit Alkali-/ Erdalkalimetallen</i> tabellarische Sammlung gemeinsamer Eigenschaften
<i>Gibt es noch weitere Elementfamilien?</i> (ca. 8 Ustd.)	Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF 1), chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).	Vertiefung: Alkalimetalle und Erdalkalimetalle im Vergleich Rückgriff auf den Kontext: arbeitsteilige Recherche zu den Elementfamilien der Halogene und der Edelgase (Elemente und Verbindungen) [2], Erkenntnisgewinnung durch Experimente [3][4][5] tabellarische Sammlung von Eigenschaften der Elemente Fluor, Chlor, Iod tabellarische Sammlung der Eigenschaften, Verwendung und Vorkommen der Gase Helium, Neon, Argon, Krypton
<i>Wie kann man eine Ordnung in die Elemente bringen?</i> (ca. 2 Ustd.)	chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3), physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3).	Kontext: historischer Bezug zur Entwicklung des PSE durch Mendelejew bzw. Meyer Für jedes der untersuchten Elemente Lithium, Natrium, Kalium, , Fluor, Chlor, Iod, Helium, Neon, Argon und Krypton werden Steckbrief-Kärtchen mit der Angabe der Atommassen angelegt. (Exkurs Atommasse) Kann man diese Elemente sinnvoll sortieren? Zusammenlegen der Puzzleteile nach den untersuchten Eigenschaften, Diskussion verschiedener Kriterien, Entwicklung

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		nach ansteigender Atommasse und ähnlichem Verhalten. Zwischen Chlor und Iod bleibt eine Lücke. Welcher Stoff gehört in die Lücke? Welche Eigenschaften könnte er haben? Sammlung von Hypothesen zu den Eigenschaften des fehlenden Stoffes. Überprüfung im Demonstrationsexperiment: Reaktion von Brom mit Natrium
<i>Was sind kritische Rohstoffe?</i> (ca. 6 Ustd.)	Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF 1), vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).	Rückgriff auf den Kontext: Chemische Elemente und ihre Verbindungen in Alltagsprodukten - Gruppenpuzzle zu kritischen Rohstoffen (z. B. Platin, Palladium, Gold, Iridium, Aluminium, Germanium, Titan, [6][7]), ressourcenschonenden Verhaltens durch <i>Fakultativ:</i> Erweiterung um weitere Haupt- und Nebengruppenelemente als weiterer Überblick über das Periodensystem – Optimierung von Produktionsprozessen – Substitution kritischer Rohstoffe – Gewinnung – Recycling

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.experimentas.de/experiments/view/17	Auf der Internetseite www.experimentas.de findet sich eine sehr große Sammlung von klassischen und neueren Schulversuchen für den Chemieunterricht. Sehr hilfreich für die Unterrichtsplanung ist ebenfalls, dass zu klassischen Versuchen verschiedene Varianten aufgeführt werden und natürlich immer die Quellen mit den ausführlicheren Versuchsanweisungen angegeben werden. Informationen zur Durchführung zahlreicher Schulversuche hier: Leitfähigkeit von Natrium
2	https://www.seilnacht.com/Lexikon/53Iod.tm https://www.seilnacht.com/Lexikon/09Fluor.htm	Ausführliche Beschreibungen zu den Elementen und ihren Verbindungen.
3	https://www.experimentas.de/experiments/view/54	Herstellung von Chlorgas
4	https://www.experimentas.de/experiments/view/2094	Herstellung von Kochsalz aus den Elementen im Langzeitversuch
5	https://degintu.dguv.de/login	Das Online-Portal „Gefahrstoffinformationssystem für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht der Gesetzlichen Unfallversicherung (DEGINTU)“ soll die Schulleiterinnen und Schulleiter, Sammlungsleiterinnen und Sammlungsleiter sowie Lehrkräfte bei der sicheren Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts unterstützen. Es wurde für den Geltungsbereich der RICHTLINIE ZUR SICHERHEIT IM UNTERRICHT (RISU) – Empfehlung der Kultusministerkonferenz vom 26.02.2016 bzw. 14.06.2019 konzipiert. DEGINTU wird von der DGUV kostenlos und frei allen Schulen, Schülerlabors und Institutionen der Lehramtsausbildung zur Verfügung gestellt. Modul 3 beinhaltet Versuchsbeschreibungen bewährter Experimente inklusive der vorgeschriebenen Gefährdungsbeurteilungen.
6	z.B. Platin https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_pt.pdf?__blob=publicationFile&v=2 Palladium	Ausführliche Steckbriefe zu den Rohstoffen Platin, Palladium, Silicium, Titan, Blei, Gallium, Nickel, Zink, Kupfer, Chrom finden sich bei der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_pd.pdf?__blob=publicationFile&v=2	
7	Precht, Reiners, Kritische Metalle, NiU Heft 161 September 2017	In dieser Ausgabe der NiU werden Seltenerdelemente (u.a. Cer, Neodymsulfat) in verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten sowie Gold und Kupfer ausführlich betrachtet.

letzter Zugriff auf die URL: 10.11.2019

Fakultativ

UV 8.3: Experimentelles Arbeiten (ca. 8 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie arbeite ich in richtig in einem Labor?		E3 Vermutung und Hypothese • Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • in der Regel Erkenntnisgewinnung mittels Experimenten		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie führt man die wichtigsten experimentellen Arbeitsweisen durch? (ca. 8 Ustd.)		Experimentaltraining zu wichtigen chemischen Grundoperationen Vorstellen und Nutzen analytischer Vorgehensweisen zur Durchführung von Untersuchungen auf qualitativer und quantitativer Ebene

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.experimentas.de/experiments/view/17	Auf der Internetseite www.experimentas.de findet sich eine sehr große Sammlung von klassischen und neueren Schulversuchen für den Chemieunterricht. Sehr hilfreich für die Unterrichtsplanung ist ebenfalls, dass zu klassischen Versuchen verschiedene Varianten aufgeführt werden und natürlich immer die Quellen mit den ausführlicheren Versuchsanweisungen angegeben werden. Informationen zur Durchführung zahlreicher Schulversuche hier: Leitfähigkeit von Natrium
2	https://www.seilnacht.com/versuche/chemoper.html	Chemische Grundoperationen
3	https://www.seilnacht.com/folien/f08.html	Folien zum Thema „Anorganische und organische Nachweise“

Jahrgangsstufe 9

UV 9.1: Atombau (ca. 15 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?</i>	IF5: Elemente und ihre Ordnung - Periodensystem der Elemente - differenzierte Atommodelle - Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration	UF3 Ordnung und Systematisierung • Systematisieren chemischer Sachverhalte nach fachlichen Strukturen E3 Vermutung und Hypothese • Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären von Zusammenhängen mit Modellen. • Vorhersagen chemischer Vorgänge durch Nutzung von Modellen und Reflektion der Grenzen E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • in der Regel Erkenntnisgewinnung mittels Experimenten ... zur Vernetzung: • einfaches Atommodell ← UV 7.3 ... zu Synergien: • Elektronen ← Physik UV 6.3 • einfaches Elektronen-Atomrumpf-Modell → Physik UV 9.6 • Aufbau von Atomen, Atomkernen, Isotopen → Physik UV 10.3		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie kann das systematische Verhalten der chemischen Elemente erklärt werden? (ca. 13 Ustd.)	die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).	Einstieg: Die Suche nach einer Erklärung zum wiederkehrenden ähnlichen Verhalten chemischer Elemente führt zur Notwendigkeit, die Atome genauer zu untersuchen. - Schritt: Vorhandensein von Ladungsträgern im Atom - Experiment: Erzeugung der elektrischen Aufladung eines Körpers durch Reibung (z.B. Kunststoffstab/Wollappen – Haare bzw. sehr kleine Papierschnipsel, 2 Plastikfolien – Papier bzw. Plastik). - Auswertung: Da zwischen den Atomen nichts ist, müssen die Ladungsträger mit positiver bzw. negativer Ladung durch die Atome verursacht worden sein. Negative Ladungsträger: Elektronen - Schritt: Wo befinden sich die negativen und positiven Ladungsträger im Atom? Rutherfordscher Streuversuch (Animation [8]), Atomhülle, Atomkern, Atommasse, Kern-Hülle-Modell 3. Schritt: Wie ist der Atomkern aufgebaut? Erklärung der Atommasse über den Aufbau des Atomkerns bestehend aus Neutronen und Protonen 4. Schritt: Wie ist die Atomhülle aufgebaut? Warum muss man unterschiedliche Energie aufwenden, um die Elektronen zu entfernen? das Schalenmodell der Elektronenhülle, Elektronenkonfiguration, Zusammenhang zwischen der Besetzung der Schalen und dem Aufbau des PSE Anwendungs- und Vertiefungsaufgaben

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Welches Atommodell ist denn nun das „richtige“? (ca. 2 Ustd.)	die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).	Vergleich des Kern-Hülle-Atommodells mit dem Schalenmodell: – Aussagen des jeweiligen Modells – Sachverhalte, die mit Hilfe des Modells erklärt werden können – Sachverhalte, die mit Hilfe des Modells nicht erklärt werden können Nachvollzug des Weges der Erkenntnisgewinnung, ggf. unter Einbezug weiterer Atommodelle

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm#pse	Auf dieser Internetseite finden sich Interessante Animationen zur Erklärung von Vorgängen auf Stoff- und auf Teilchenebene für verschiedene unterrichtsrelevante Themen. Hier wurde die Animation zum Rutherford'schen Streuversuch ausgewählt.

letzter Zugriff auf die URL: 10.11.2019

UV 9.2: Die Welt der Mineralien (ca. 22 Ustd.) (Beispiel 1)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften der Salze anhand ihres Aufbaus erklären?</i>	IF6: Salze und Ionen – Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung – Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen – Gehaltsangaben – Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung	UF1 Wiedergabe und Erklärung • Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten UF2 Auswahl und Anwendung • zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Entwickeln von Gesetzen und Regeln B1 Fakten und Situationsanalyse • Identifizieren naturwissenschaftlicher Sachverhalte und Zusammenhänge
weitere Vereinbarungen ... zur Vernetzung: • Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1 • Anbahnung der Elektronenübertragungsreaktionen → UV 9.2 • Ionen in sauren und alkalischen Lösungen → UV 10.2 ... zu Synergien elektrische Ladungen → Physik UV 9.6		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Was sind Salze und wie sind sie aufgebaut? (ca. 8 Ustd.)	den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4), an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).	Kontext: Sportgetränke – sinnvoll oder nicht? Einstieg: Welche Getränke sollte man bei Sport trinken? Internetrecherche zu Elektrolyt- bzw. Sportgetränken hinsichtlich ihrer Mineralstoffzusammensetzung [1, 2, 3] Sammlung von Fragen zu den Mineralstoffen in Getränken: z. B.: - Was sind Mineralstoffe? - Was ist der Unterschied zwischen Mineralstoffen und Metallen? - Wozu benötigen wir Menschen Mineralstoffe? - Welche Eigenschaften haben Mineralstoffe? - Wie sind Mineralien auf Teilchenebene aufgebaut? - Welche Getränke sollte man bei sportlicher Betätigung trinken? - usw. Clustern der Fragen und systematische Beantwortung: 1. Was sind Mineralien? - Eindampfen verschiedener Mineralwasserproben (quantitatives Experiment) - Beobachtung eines weißen kristallinen Rückstands - Einordnen des Rückstands als Mineralien bzw. Salze - Bestimmung des Gehaltes an Salzen der verschiedenen Mineralwässer 2. Wie sind Salze aufgebaut? - Erarbeitung der Ionenbildung und -bindung auch unter energetischen Aspekten am Beispiel der Kochsalzsynthese (Lernaufgabe) mithilfe von Videos (Herstellung von Natriumchlorid im Experiment) und Animationen (Vorgänge auf Teilchenebene [4,5]) - Übungsaufgabe zur Ionenbildung an anderen Beispielen (Zusammenhang Ionenladung/PSE)

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		- Diskussion über die fachsprachlichen Ungenauigkeiten in der Alltagssprache: mangelnde Unterscheidung zwischen dem Element Natrium und Natriumverbindungen
<i>Welche besonderen Eigenschaften haben Salze und wie lassen sich diese Eigenschaften erklären?</i> (ca. 7 Ustd.)	ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1), unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).	3. Welche besonderen Eigenschaften haben Salze? - experimentelle Untersuchung der Stoffeigenschaften von Salzen am Bsp. von Kochsalz im Stationenbetrieb (Leitfähigkeit, Kristallbildung, Schmelztemperatur, Sprödigkeit) - Erklärung der Stoffeigenschaften mithilfe der Ionen und der Ionenbindung [5,6,7] 4. Wozu benötigen wir Menschen Mineralstoffe bzw. Salze? - Funktion ausgewählter Ionen im menschlichen Körper (arbeitsteilige Internetrecherche; Ergebnispräsentation als Wandzeitung, Museumsgang) [8,9] - Erstellung einer Trinkempfehlung bei sportlichen Aktivitäten
<i>In welchem Verhältnis befinden sich positive und negative Ionen in einem Salz?</i> (ca. 4 Ustd.)	an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären und eine chemische Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1).	Schreibweise der Chemikerinnen und Chemiker: - Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen aus Hauptgruppenelementen über das PSE mit Übungen [5, 10] - Bestimmung des Massenverhältnisses von Magnesiumoxid mithilfe des PSE - Bestätigung des Massenverhältnisses von Magnesiumoxid durch Verbrennung von Magnesium in Sauerstoff in einer geschlossenen Apparatur im Lehrerexperiment [11] - Erklärung des Gesetzes der konstanten Massenverhältnisse über die Atomzahlenverhältnisse in Verbindungen

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		mögliche Vertiefung: Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen mit Nebengruppenelementen - Experimentelle Bestimmung der Verhältnisformel von Silberoxid [12, 13]
<i>Sind Salze schädlich für die Umwelt?</i> (ca. 3 Ustd.)	ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1), unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).	offenes Lernangebot [14] zur Binnendifferenzierung mit ausgewählten Schwerpunkten, z.B. - Vorkommen von Salzen - Gewinnung von Salzen - Salzabbau und seine Folgen für die Umwelt - Vor- und Nachteile von Streusalz - Vor- und Nachteile von mineralischen Düngern

weiterführendes Material:

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

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

letzter Zugriff auf die URL: 01.09.2019

UV 9.3: Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 16 Ustd.)

Fragestellung	- Inhaltsfeld - Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie lässt sich die Übertragung von Elektronen nutzbar machen?</i>	IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung - Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen - Oxidation, Reduktion - Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle - Elektrolyse	UF1 Wiedergabe und Erklärung - Erläutern chemischer Reaktionen und Beschreiben der Grundelemente chemischer Verfahren UF3 Ordnung und Systematisierung - Einordnen chemischer Sachverhalte UF4 Übertragung und Vernetzung - Vernetzen naturwissenschaftlicher Konzepte E3 Vermutung und Hypothese - hypothesengeleitetes Planen von Experimenten E4 Untersuchung und Experiment - Anlegen und Durchführen einer Versuchsreihe E6 Modell und Realität - Verwenden von Modellen als Mittel zur Erklärung B3 Abwägung und Entscheidung - begründetes Auswählen von Maßnahmen
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: - Die Symbolschreibweise wird mittels Formulierungshilfen zu den Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene sprachsensibel gestaltet. ... zur Vernetzung: - Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragung ← UV 9.1 Salze und Ionen - Übungen zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen ← UV 9.1 Salze und Ionen - Thematisierung des Aufbaus und der Funktionsweise komplexerer Batterien und anderer Energiequellen → GK Q1 UV 3 ... zu Synergien - funktionales Thematisieren der Metallbindung ← Physik UV 9.6		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie funktioniert eine Batterie? (ca. 8 Ustd.)	die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3), die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3), Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1), Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4), 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), 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).	möglicher Kontext: Chemie macht mobil – die Entwicklung mobiler Energieträger (Einstieg über handelsübliche Batterien) Entwicklung der Fragestellungen: Wie ist eine Batterie aufgebaut und wie funktioniert sie? - Betrachtung des Querschnitts einer Zink-Luft-Knopfzelle Demonstrationsexperiment: Eisennagel in Kupfersulfatlösung Auswertung des Versuchs auf makroskopischer und submikroskopischer und symbolischer Ebene - Deuten des Experiments - Betrachtung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene, unterstützt durch eine Animation [1] - Aufstellen der Teilgleichungen und Einführung der Oxidation als Abgabe von Elektronen und Reduktion als Aufnahme von Elektronen „Wer gibt ab, wer nimmt auf?“ - Durchführung von Experimenten zur Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme (Oxidationsreihe) [2] - Erklärung der Beobachtungen mithilfe des Donator-Akzeptor-Prinzips als Aufnahme und Abgabe von Elektronen

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		- Veranschaulichung der Elektronenübergänge mit Hilfe digitaler Animationen, z. B. [3] - Übung: Aufstellen der entsprechenden Teilgleichungen und der jeweiligen Redoxreaktion Entwicklung der Fragestellung: Wie lässt sich die Elektronenübertragung nutzbar machen? [4] Hinführung zum Daniell-Element (ggf. historische Betrachtung der ersten einsatzfähigen Batterien) [5] Durchführung als Schülerexperiment - Deutung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene (ggf. Thematisieren der Metallbindung) [6] mögliche Vertiefung: - Egg-Race: Wer baut das stärkste Galvanische Element? - Transfer der Erkenntnisse auf das Volta-Element [7] Energie aus der Luft? - Erarbeitung der Funktionsweise einer Zink-Luft-Knopfzelle hinsichtlich der Elektronenübergänge

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie kann elektrische Energie mit chemischen Reaktionen gespeichert werden? (ca. 8 Ustd.)	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), den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1), Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2).	Batterie oder Akkumulator? Entwicklung der Fragestellung: Welche chemischen Vorgänge laufen im Akkumulator ab? Demonstrationsexperiment: Elektrolyse einer Zinkiodidlösung [8,9] - Deutung der Beobachtungen auf makroskopischer Ebene - Erläuterung der Vorgänge bei der Elektrolyse durch Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragungsreaktion Umkehrung der Elektrolyse der Zinkiodidlösung - Messung der Stromstärke - Betreiben eines kleinen Motors Aufstellen der Teilgleichungen und der gesamten Redoxreaktionen und Erklärung der Funktionsweise eines Akkumulators [10,11] Abgrenzung der Begriffe Batterie und Akkumulator, z. B. „Autobatterie“ unter Rückgriff auf alltagssprachliche Texte oder Werbung mögliche Vertiefung: - Galvanisieren [12] - „Autobatterie“

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		„Saubere Autos?“ – Brennstoffzelle - Einstieg mit einer Sachgeschichte der Sendung mit der Maus [13] - Demonstrationsversuch mit einem Brennstoffzellenmodellauto (Hydrocar) - Erarbeitung der Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene [14,15] - Zur Vertiefung: Maxwissen Video zur Brennstoffzelle und Elektrolyse [16] Vergleich der Verwendung von Batterien und Akkumulatoren unter Aspekten der nachhaltigen Nutzung mobiler Energieträger

weiterführendes Material:

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

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
16	https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2	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.

Letzter Zugriff auf die URL: 03.01.2020

UV 9.4: Gase in unserer Atmosphäre (ca. 12 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und wie sind deren Moleküle bzw. Atome aufgebaut?	IF8: Molekülverbindungen – unpolare und polare Elektronenpaarbindung – Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen	UF1 Wiedergabe und Erklärungen • fachsprachlich angemessenes Darstellen chemischen Wissens • Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen K1 Dokumentation • Verwenden fachtypischer Darstellungsformen K3 Präsentation • Verwenden digitaler Medien • Präsentieren chemischer Sachverhalte unter Verwendung fachtypischer Darstellungsformen
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • Darstellung kleiner Moleküle, unter Umständen auch Software gestützt ... zur Vernetzung: • Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1 • polare Elektronenpaarbindung → UV 10.1 • ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie → UV 10.5		

Sequenzierung: Fragestellungen	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. 6 Ustd.)	an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1), mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1).	Kontext: Gase in unserer Atmosphäre Einstieg: arbeitsteilige Internetrecherche zu Gasen in unserer Umwelt: - Gase in unserer Atmosphäre (O_2, N_2, CO_2, H_2O, Ar) [1] - Gase in der Landwirtschaft (NH_3, CH_4, CO_2) [2] - Gase in Vulkanen (H_2O, CO_2, SO_2, H_2S, HCl, H_2) [3] Sammlung der Rechercheergebnisse; Systematisierung in Elemente und Verbindungen, Bezug zum PSE Ableitung einer Leitfrage: 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. HCl, H_2O, NH_3, CH_4, O_2, N_2, Bau der Moleküle mit dem Molekülbaukasten und Darstellung der Moleküle in der Lewis-Schreibweise [4] Beantwortung der Leitfrage
<i>Wie ist die räumliche Struktur der Gasmoleküle?</i> (ca. 6 Ustd.)	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).	Ableitung der Leitfrage: Wie lässt sich die räumliche Gestalt der Moleküle erklären? Einführung des Elektronenpaarabstoßungsmodell am Bsp. des Methanmoleküls mithilfe des Luftballonmodells [5] Erklärung der räumlichen Gestalt des Methanmoleküls Darstellung der räumlichen Struktur verschiedener Moleküle der Gase aus der Atmosphäre (s. o.) als Elektronenpaarabstoßungsmodell, Darstellung der Moleküle mit Chemschetch [6, 7, 8]; Erklärung der

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

weiterführendes Material:

N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://bildungsserver.hamburg.de/atmosphaere-und-treibhauseffekt/2068640/atmosphaere-aufbau-artikel/	Unterrichtsmaterial zum Klimawandel mit einem sehr ausführlichen Kapitel zum Aufbau und zur Zusammensetzung der Atmosphäre; gelungene Graphik zur chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre einschließlich diverser Spurengase (darunter z. B. auch Wasserstoff);
2	https://www.rotthalmuenster.de/fileadmin/fotos/PDF-Dateien/sonstiges/Gase_in_der_Landwirtschaft.pdf	Seite der Homepage der Stadt Rotthalmünster; Auflistung von Gasen, die durch Landwirtschaft entstehen
3	https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/zusammensetzung-vulkanischer-gase/	Wissensplattform „Erde und Umwelt“ des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft (die Plattform wird von acht Helmholtz-Zentren getragen); Information zur Zusammensetzung vulkanischer Gase
4	https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=contentText&action=attempt&courseId=43&unitId=207&contentId=560#content_headline	lebensnaher Chemieunterricht: Folien zur Elektronenpaarbindung am Bsp. des Wasserstoffs; Vorschlag für einen Unterrichtsgang zur Einführung der unpolaren Elektronenpaarbindung; Übungsaufgaben

N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
5	https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=contentText&action=attempt&courseId=43&unitId=207&contentId=657#content_headline	lebensnaher Chemieunterricht: Unterrichtsvorschlag mit Video zur Einführung des Elektronenpaarabstoßungsmodells mithilfe des Luftballonmodells
6	https://chemsketch.de.softonic.com/	kostenloser Download des Moleküleditors Chemscketch
7	https://www.w-hoelzel.de/images/documents/multimedia/chemsketch/Tutorial%20%20Chemscketch%20Teil%202_Tutorial.pdf	ausführliches Tutorial zum Moleküleditor Chemscketch; sehr gute Anleitung zur Zeichnung von Molekülen in unterschiedlichen Darstellungsweisen;
8	https://www.chemie-interaktiv.net/jsmol_viewer_3a.htm	3D-Molekül-Viewer: mit dem Viewer lassen sich fertige Bilder von Molekülmodellen vom Computer oder aus einer Molekülliste auswählen und in verschiedenen Darstellungen (z. B. Kugel-Stab-Modell, Kalottenmodell, Elektronendichteverteilung u. a.) anzeigen;
9	https://phet.colorado.edu/de/simulation/legacy/build-a-molecule	interaktive Simulation eines Moleküleditors zum Bau von Molekülen aus Atomen der Universität Colorado; zum Öffnen der Datei wird ein Java- Ausführungsprogramm benötigt (https://www.dateiendung.com/format/jar);

N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1 0	https://phet.colorado.edu/de/simulation/molecule-shapes	interaktive Simulation zum Elektronenpaarabstoßungsmodell und zu Molekülgeometrien der Universität Colorado;
1 1	https://cloud.owncube.com/s/q95TK2nSZdEyaNZ#pdfviewer	Beschreibung der Simulation zum Elektronenpaarabstoßungsmodell und zu Molekülgeometrien der Universität Colorado mit Hinweisen zum Einsatz im Unterricht, Bezügen zum Lehrplan und Links zu Arbeitsmaterialien
	https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/forschung/chemie-fuers-leben-sek-i/4-kugelwolkenmodell/aufbau-des-kwm/	Seite der Didaktik der Universität Rostock; Downloadmöglichkeit eines kostenlosen interaktiven 3D-Computerprogramms zur Darstellung von Atomen und Molekülen (Ionen) im Kugelwolkenmodell; einfach auch von Schülern zu bedienen; sehr gelungene Darstellung der räumlichen Strukturen der Moleküle
	https://www.kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html	Mithilfe des digitalen Chemiebaukastens können die Moleküle interaktiv gebaut werden. Dieses Programm ist browsergestützt.

letzter Zugriff auf die URL: 08.12.2019

UV 9.5: Gase – wichtige Ausgangsstoffe für Industrierohstoffe (ca. 10 Ustd.) (Power-to-Gas-Verfahren)

Fragestellung	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte (fachliche Konkretisierung)	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie lassen sich wichtige Rohstoffe aus Gasen synthetisieren?</i>	IF8: Molekülverbindungen – Katalysatoren	UF1 Wiedergabe und Erklärung • fachsprachlich angemessenes Erläutern chemischen Wissens E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen K2 Informationsverarbeitung • selbständiges Filtern von Informationen und Daten aus digitalen Medienangeboten B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen • Festlegen von Bewertungskriterien
weitere Vereinbarungen: ... zur Vernetzung: • Aktivierungsenergie ← UV 7.2 • Treibhauseffekt → UV 10.5		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Wie lässt sich überschüssiger Strom in Form von Gasen speichern?</i> <i>Wie lassen sich diese Gase zur Synthese neuer Stoffe nutzen?</i> (ca. 6 Ustd.)	die Synthese eines Industrirohstoffs aus Synthesegas (z. B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2), die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrirohstoffs erläutern (E6), Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrirohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2)	Kontext: Power-to-Gas-Verfahren Problemorientierter Einstieg: Wie kann überschüssige Energie aus regenerativen Energiequellen gespeichert werden? Folie „Power-to-Gas“ – Strom als Gas speichern [1] Erarbeitung der Power-to-Gas-Technologie im Überblick mithilfe eines interaktiven Arbeitsblattes [3] (alternativ über ein Video [4]) genauere Betrachtung der Verfahrensschritte: 1. Schritt: experimentelle Herstellung von Wasserstoff mithilfe einer Brennstoffzelle 2. Schritt: Methanisierung (Reaktion von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff) anhand eines Arbeitsblattes unter besonderer Berücksichtigung der Katalyse [4]; optional: Lehrerdemonstrationsexperiment zur Methanisierung [5] Bedeutung des Katalysators für die Reaktion: Heterogene Katalyse [6, 7] – Definition und Bedeutung der Katalyse – Animation zu den Schritten einer heterogenen Katalyse [7] – optional bzw. als Differenzierung: weitere Beispiele für Katalysen (z. B. Enzyme) Vertiefung (optional bzw. als Differenzierungsmöglichkeit): Recherche zu Power-to-Chemicals (Herstellung von Methanol, Ammoniak, Dimethylether) [9]

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

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	Fonds der Chemischen Industrie: Innovationen in der Chemie – Materialien, Wirkstoffe und Verfahren für unsere Zukunft https://www.vci.de/fonds/schulpartnerschaft/unterrichtsmaterialien/unterrichtsmaterial-innovationen-chemie-materialien-wirkstoffe-verfahren.jsp?fsID=64268	Informationen zu nachhaltiger Energienutzung; Beschreibung des Power-to-Gas-Verfahrens mit einem detaillierten Schaubild Seite 37
2	https://www.powertogas.info/	Strategieplattform zum Power-to-Gas-Verfahren der deutschen Energie-Agentur; ausführliche Hintergrundinformationen zum Power-to-Gas-Verfahren (z. B. zur Technologie und zur Nutzung)
3	https://www.energie-macht-schule.de/content/interaktives-arbeitsblatt-power-gas-speicherpotenzial-im-gasnetz http://www.energie-macht-schule.de/sites/default/files/documents/Power-to-Gas.pdf	interaktive Arbeitsblätter zur Erarbeitung des Power-to-Gas-Verfahrens; für die Altersstufe geeignet;
4	So funktioniert Power-to-Gas https://www.youtube.com/watch?v=qAWcdLudC_c	verständliches Erklärvideo der Hochschule für Technik Rapperswil zum Power-to-Gas-Verfahren (Elektrolyse von

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		Wasser mit anschließender Methanisierung)
5	Marko Oetken u. a.: „Power-to-Gas“ – ein Baustein zur schulpraktischen Umsetzung der Energiewende; CHEMKON 2017, 24, Nr. 1, 7-12 https://www.ph-freiburg.de/chemie/linksmaterial.html	Chemkon-Artikel: Experimentiervorschrift eines Lehrerexperiments zur Methanisierung (Unterscheidung der Produkte und Edukte anhand der Verbrennungsenthalpie n); sehr aufwändig und für die Altersstufe in NRW nur bedingt geeignet; Auf der Homepage sind zum Experiment die Videos verfügbar.
6	„Alles ganz schön oberflächlich – Warum Forscher noch mehr über Katalyse wissen wollen“, TECHMAX Ausgabe 10, Sommer 2008 https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5512	umfangreiches Informationsmaterial der Max-Planck-Gesellschaft für Lehrkräfte und Schüler zur Katalyse mit Schwerpunkt auf der heterogenen Katalyse; ausführliche Betrachtung des Autokatalysators und der Katalyse beim Haber-Bosch-Verfahren

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
7	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/10/heterogene_katalyse/teilschritte_der_katalyse/teilschritte_der_katalyse.vlu.html	einfache Flash-Animation zum Ablauf der heterogenen Katalyse; Darstellung aller Teilschritte für eine beliebige Gasreaktion
8	Katalysatoren – Multitalent Katalysator https://www.youtube.com/watch?v=1LFXyQej8_c	interessantes Überblick-Video der Max-Planck-Society zur Bedeutung und Funktion der Katalyse, sehr gut erklärt und verständlich
9	Zu viel CO ₂ aus dem Verkehr: Ist Elektromobilität die Lösung? https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/nadc.20194083851	sehr gut aufbereiteter Übersichtsartikel zu Vor- und Nachteilen verschiedener Antriebstechniken (z. B. durch fossile und nachwachsende Treibstoffe, Batterien, Brennstoffzellentechnik); der Artikel ist kostenpflichtig, für GdCH-Mitglieder allerdings frei zugänglich

letzter Zugriff auf die URL: 06.07.2019

Alternativ: UV 9.5: Gase – wichtige Ausgangsstoffe für Industrierohstoffe (ca. 10 Ustd.) (Ammoniaksynthese)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie lassen sich wichtige Rohstoffe aus Gasen synthetisieren?</i>	IF8: Molekülverbindungen – Katalysator	UF1 Wiedergabe und Erklärung • fachsprachlich angemessene Erläutern chemischen Wissens E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen K2 Informationsverarbeitung • selbständiges Filtern von Informationen und Daten aus digitalen Medienangeboten B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen • Festlegen von Bewertungskriterien
weitere Vereinbarungen: ... zur Vernetzung: • Aktivierungsenergie ← UV 7.2 • Treibhauseffekt → UV 10.5		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie lassen sich Gase zur Synthese neuer Stoffe nutzen? (ca. 5 Ustd.)	die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z. B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2), die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6).	<i>Kontext:</i> Ammoniak - Lösung für das Problem der Welternährung? problemorientierter Einstieg: Auszug aus einem Artikel der FAZ „Brot und Kriege aus der Luft – 100 Jahre Haber-Bosch-Verfahren“ [1] Sammlung möglicher Fragen: - Was ist Ammoniak? - Wie wird Ammoniak hergestellt? - Wozu wird Ammoniak genutzt? - Warum spielt Ammoniak eine Schlüsselrolle für die Welternährung? - Erarbeitung der Ammoniaksynthese des Haber-Bosch-Verfahrens [2] über ein Video [3]; Ableitung der Reaktionsgleichung und der Reaktionsbedingungen für die eigentliche Ammoniaksynthese Bedeutung des Katalysators für die Reaktion: Heterogene Katalyse [4-8] - Definition und Bedeutung der Katalyse - Animation zu den Schritten einer heterogenen Katalyse [5,7] - optional bzw. als Differenzierung: weitere Beispiele für Katalysen mögliche Vertiefung: Erarbeitung des gesamten groß-technischen Haber-Bosch-Verfahrens ausgehend von Methan, Wasser und Luft

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Welche Bedeutung hat Ammoniak für die Welternährung?</i> (ca. 5 Ustd.)	Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2).	Rückbezug zum problemorientierten Einstieg: Warum spielt Ammoniak eine Schlüsselrolle für die Welternährung? - Auswertung von Graphiken zur Entwicklung der Weltbevölkerung, der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der Ertragssteigerungen durch Kunstdünger [8, 9] - abschließende Beurteilung der Bedeutung der Ammoniaksynthese für die Landwirtschaft „Tank oder Teller“ – Pro- und Contra-Debatte zum Thema „Anbau von Energiepflanzen für Biosprit versus Nahrungsmittelproduktion?“ [10, 11, 12] - Positionierung der Lernenden zur Aussage „Ich bin für den Anbau von Energiepflanzen (z. B. Mais)!“ auf einem Meinungsstrahl oder einer Meinungslinie [13] - arbeitsteilige Internetrecherche zu Pro- und Contra-Argumenten zum Anbau von Energiepflanzen - Austausch der Argumente z. B. als Fishbowl [14] - erneute Positionierung der Lerner auf dem Meinungsstrahl bzw. der Meinungslinie und ggf. Kommentierung von Positionsänderungen Alternativ: Podiumsdiskussion als Rollenspiel [12] mögliche Vertiefung oder Differenzierung: Recherche zu - Vor- und Nachteilen synthetischer Dünger [15, 16, 17, 19]; - Bedeutung des Ammoniaks für die Kriegsführung [18; 19] - der Person Habers [18, 19, 20]].

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.faz.net/aktuell/wissen/physik-mehr/100-jahre-haber-bosch-verfahren-brot-und-kriege-aus-der-luft-1713668.html	kritischer Rückblick auf die Person Haber und seine Entdeckungen; gekürzt und in Auszügen als Einstieg geeignet;
2	https://docplayer.org/6791801-Lernen-mit-der-basf-die-ammoniaksynthese.html	Informationen zum Ammoniak, zur Ammoniaksynthese (Ausgangsstoffe: Luft, Erdgas) und zur Bedeutung von Ammoniak für die Düngemittelindustrie; erstellt von der BASF; sehr ausführlich und als Information für die Lehrkraft geeignet;
3	https://www.youtube.com/watch?v=AoHJXW-PSQQ	Erklärvideo der BASF für Schülerinnen und Schüler einfaches Erklärvideo zur Ammoniaksynthese, für die Altersstufe geeignet (ohne Aspekte des chemischen Gleichgewichts);

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
4	„Alles ganz schön oberflächlich – Warum Forscher noch mehr über Katalyse wissen wollen“, TECHMAX Ausgabe 10, Sommer2008 https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5512	umfangreiches Informationsmaterial der Max-Planck-Gesellschaft für Lehrkräfte und Schüler zur Katalyse mit Schwerpunkt auf der heterogenen Katalyse; ausführliche Betrachtung des Autokatalysators und der Katalyse beim Haber-Bosch-Verfahren;
5	https://www.hschockor.de/abioch/15ammonkat.htm	Animation einer heterogenen Katalyse am Bsp. der Ammoniaksynthese; für die Altersstufe geeignet;
6	Katalysatoren – Multitalent Katalysator https://www.youtube.com/watch?v=1LFXyQej8_c	interessantes Überblick-Video der Max-Planck-Society zur Bedeutung und Funktion der Katalyse, sehr gut erklärt und verständlich;
7	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/10/heterogene_katalyse/teilschritte_der_katalyse/teilschritte_der_katalyse.vlu.html	einfache Flash-Animation zum Ablauf der heterogenen Katalyse; Darstellung aller Teilschritte für

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		eine beliebige Gasreaktion;
8	https://www.iva.de/moderne-landwirtschaft-sichere-versorgung-mit-hochwertigen-lebensmitteln/nahrungsmittel-fuer-die-welt-herausforderung	Informationsseite des Industrieverbands Agrar mit aufgearbeitetem statistischem Datenmaterial zur Entwicklung und Ernährung der Weltbevölkerung und der Bedeutung der Stickstoffdüngung;
9	https://globale-allmende.de/umwelt/biosphaere/nahrungsknappheit	private Homepage eines Chemikers; sehr gut aufgearbeitetes Datenmaterial mit vielen Diagrammen zur Entwicklung der Weltbevölkerung und den einhergehenden Problemen der Ernährung; besonders nützlich: ein Diagramm, dass zeigt, welchen Einfluss das Haber-Bosch-Verfahren auf die Welternährung in den letzten Jahrzehnten hatte;

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
10	https://www.hwwi.org/publikationen/hwwi-insights/hwwi-insights-ausgabe-03-2011/pro-und-kontra-biokraftstoffe.html	Seite des Hamburgischen Weltwirtschaftsinstituts mit einer Übersicht über diverse Pro- und Contra-Argumente zu Biokraftstoffen; alle Argumente sind kurz, verständlich und z. T. mit Datenmaterial dargestellt;
11	https://kkmosambik.de/content/wp-content/uploads/2014/08/unterricht_tank_teller.pdf	sehr umfangreiches Unterrichtsmaterial zu Agrartreibstoffen; der Schwerpunkt bezieht sich auf Mosambik, viele allgemeine Materialien sind jedoch auch ohne Bezug zu Afrika einsetzbar;
12	https://www.welthaus.de/fileadmin/user_upload/Bildung/Downloads/Hunger-durch-wohlstand.pdf	Unterrichtsmaterialien zum Thema „Führt die Produktion von Bioenergien zu Hunger?“ mit Vorschlag für ein Rollenspiel;
13	https://uol.de/fileadmin/user_upload/paedagogik/personen/hilbert.meyer/Meinungslinie2.pdf	Vorstellung der Methode „Meinungslinie“ von Hilbert Meyer

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
14	https://www.lehrerfreund.de/schule/1s/methoden-kommunikation-fishbowl-kugellager/4098	Vorstellung der Methode „Fishbowl“ mit besonderem Blick auf die Pro- und Contra-Debatte
15	https://www.vci.de/vci/downloads-vci/pflanzenernaehrung-textheft.pdf	Themenheft des FCIs „Informationsserie Pflanzenernährung: Ernährung – Wachstum – Ernte“; enthält umfangreiches Informationsmaterial zu Düngemitteln
16	https://www.vci.de/vci/downloads-vci/pflanzenernaehrung-arbeitsblaetter.pdf	Arbeitsmaterialien zum Themenheft des FCIs „Informationsserie Pflanzenernährung: Ernährung – Wachstum – Ernte“; enthält u. a. Material für ein Rollenspiel zum Thema „Düngen – ja oder nein?“
17	http://www.stickstoffausstellung.de/fileadmin/redakteure/materialien/unterricht/Unterrichtseinheit_Stickstoff.pdf	Beschreibung einer Unterrichtseinheit rund um den Stickstoff mit Schwerpunkt Haber-Bosch-Verfahren und dem daraus hergestellten Mineraldünger; enthält

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		ein Rollenspiel zum Thema Dünger
18	https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/chemie/unterrichtseinheit/ue/fritz-haber-genie-oder-voelkermoerder/	WebQuest zu den Personen Fritz Haber und Carl Bosch; thematisiert u. a. die Beteiligung Habers an der Giftgasforschung und die Rolle seiner Frau Clara Immerwahr
19	https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/gesellschaftswissenschaftliche-und-philosophische-faecher/landeskunde-landesgeschichte/module/bp_2016/der_industrialisierte_nationalstaat/wirtschaftliche_und_gesellschaftliche_veraenderungen/brot-und-krieg-fuer-die-welt-carl-bosch-1874-1940-und-die-folgen-der-loesung-des-stickstoff-problems-zu-beginn-des-20-jahrhunderts/materialien.htm	Bildungsserver Baden-Württemberg; Unterrichtsmaterialien und Medien zum Thema „Brot und Krieg für die Welt – Carl Bosch (1874-1940) und die Folgen der „Lösung“ des Stickstoff-Problems zu Beginn des 20. Jahrhunderts; enthält verschiedene Texte, Bildmaterialien und Arbeitsblätter
20	https://www.daserste.de/unterhaltung/film/themenabend-erster-weltkrieg/der-film/index.html	Film über das Leben und Wirken von Clara Immerwahr, der Frau von Fritz Haber; Film im Internet nicht frei verfügbar; Nachfragen zu Bezugsquellen

Nr. .	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		bzw. Streamingmöglichkei- ten unter info@daserste.de

letzter Zugriff auf die URL: 10.11.2019

Jahrgangsstufe 10

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

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften des Wassers erklären?</i>	IF8 Molekülverbindungen – unpolare und polare Elektronenpaarbindung – Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle – zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel	UF1 Wiedergabe und Erklärung • Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten E2 Beobachtung und Wahrnehmung • Trennen von Beobachtung und Deutung E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • Vergleich verschiedener Darstellungsformen von Wassermolekülen ... zur Vernetzung: • Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1 • unpolare Elektronenpaarbindung ← UV 9.3 • saure und alkalische Lösungen → UV 10.2		

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Welche besonderen Eigenschaften hat Wasser?</i> <i>Wie lassen sich diese besonderen Eigenschaften erklären?</i> (ca. 6 Ustd.)	typische Eigenschaften von Wasser mithilfe des Dipol-Charakters der Wassermoleküle und der Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen erläutern (E2, E6), unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).	möglicher Einstieg: Collage mit verschiedenen Bildern, die die besonderen Eigenschaften des Wassers zeigen (z. B. Wasserläufer auf einer Wasseroberfläche, Eisberge, Eiskristalle u. a.) Ableiten einer Leitfrage: Welche weiteren besonderen Eigenschaften hat Wasser? Experiment: Ablenkung des Wasserstrahls im elektrischen Feld Auswertung mit der Erarbeitung des Baus des Wassermoleküls: - Wiederholung des räumlichen Baus eines Wassermoleküls mithilfe einer digitalen Animation [1] - Einführung der polaren Bindung und der Elektronegativität - Einführung der Fachbegriffe Dipol Lernzirkel: experimentelle Untersuchung der Stoffeigenschaften von Wasser [2,3] (z. B. Oberflächenspannung, Kristallbildung, Löslichkeit, Dichteanomalie) Sammlung der Beobachtungen Erklärung der Beobachtungen anhand der Struktur des Wassermoleküls und der Wasserstoffbrücken mithilfe von Animationen (z. B. arbeitsteilig als Gruppenpuzzle) [4, 5]

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Warum ändert sich die Temperatur, wenn Salze in Wasser gelöst werden? (ca. 4 Ustd.)	die Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser erläutern (E1, E2, E6).	Vorstellung von Kältekompressen Ableiten der Leitfrage: Wie funktionieren solche Kältekompressen (Coolpacks)? - Untersuchung einer Kältekomresse [6] - experimentelle Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze (z. B.: KCl, NaCl, CaCl₂, KNO₃) - Erklärung der exothermen und endothermen Löseprozesse auf Teilchenebene mithilfe entsprechender Informationsmaterialien und Animationen [4] - Erklärung der Funktionsweise einer Kältekomresse - Selbstbau einer Kältekomresse Mögliche Vertiefung: Lernaufgabe zur Funktionsweise von selbsterwärmenden Kaffeebechern [7, 8] - Erklärung der Funktionsweise eines selbsterwärmenden Getränkebechers - Bewertung der selbsterwärmenden Getränkebecher unter ökologischen Gesichtspunkten

Weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html	Mithilfe des digitalen Chemiebaukastens können die Moleküle interaktiv gebaut werden. Dieses Programm ist browsergestützt.
2	http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/5-6/V5-305.pdf	Lernzirkel zu den Erscheinungsformen und Stoffeigenschaften des Wassers (gOberflächenspannung, Löslichkeit, Dichteanomalie, elektrische Eigenschaften)
3	http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/inhalt2.htm#wasser	Homepage von Dr. Blume; Unterrichtsmaterialien zum Thema „Wasser und Leben“ mit vielen Experimenten zu den Wassereigenschaften
4	https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm#	Internetseite der Chemie-Didaktik der Universität Wuppertal:

		Flashanimationen zu Wasser im Teilchenmodell und zur Erklärung der Stoffeigenschaften Oberflächenspannung, Löslichkeit, Dichteanomalie, Kristallbildung
5	https://www.chem2do.de/c2d/de/schulversuche/wechselwirkungen/playerseite_8.jsp?vidIndex=2	Animationen zu den zwischenmolekularen Wechselwirkungen (Van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrücken) der Firma Wacker (Zusatzmaterial zum Wacker-Siliconkoffer)
6	http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/08_05.htm	Homepage von Dr. Blume; experimentelle Untersuchung der Funktionsweise von Eispacks
7	https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=contentText&action=attempt&courseId=37&unitId=120&contentId=523#content_headline	Lernaufgabe der Seite „Lebensnaher Chemieunterricht“ zu Hot Pots und Kühlpacks;
8	http://www.ps-chemieunterricht.de/wp-content/uploads/2014/10/Skript-Chemie-echt-cool-2011.pdf	Materialien der Chemielehrerfortbildung von Gregor von Borstel, Michael Kremer, Patrick Krollmann und Petra Schütte: „Chemie -

		echt cool, aber manchmal auch sehr heiß“ Erprobung und Entwicklung von Lernaufgaben unter besonderer Berücksichtigung des Basiskonzeptes „Energie“
--	--	--

Letzter Zugriff auf die URL: 28.08.2019

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Welche Eigenschaften haben saure und alkalische Lösungen?</i>	IF9: Saure und alkalische Lösungen - Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen - Ionen in sauren und alkalischen Lösungen	UF3 Ordnung und Systematisierung • Systematisieren chemischer Sachverhalte E1 Problem und Fragestellung • Identifizieren und Formulieren chemischer Fragestellungen E4 Untersuchung und Experiment • zielorientiertes Durchführen von Experimenten E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Erklären von Beobachtungen und Ziehen von Schlussfolgerungen
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • Scaffolding-Techniken zum Sprachgebrauch „Säure und Lauge“ (Alltagssprache) vs. saure und alkalische Lösung (Fachsprache) ... zur Vernetzung: • Aufbau Ionen ← UV 9.1 • Strukturmodell Ammoniak-Molekül ← UV 9.3 • Wasser als Lösemittel, Wassermoleküle ← UV 10.1 • Säuren und Basen als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren → UV 10.3		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Welche Gemeinsamkeiten haben saure Lösungen?</i> (ca. 3 Ustd.)	die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1), 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).	Kontext: Saure Lösungen in Alltag und Umwelt Sammlung bekannter saurer Lösungen im Alltag und Umwelt, z. B. - Salzsäure im Magen - Schwefelsäure in der Autobatterie - Milchsäure in Joghurt - Zitronensäure in Zitronen, - ... Fragestellung: „Welche Gemeinsamkeiten haben die sauren Lösungen?“ Stationen mit Schülerexperimenten zur Untersuchung der Eigenschaften von sauren Lösungen: - Versetzung verschiedener saurer Lösungen (z. B. verdünnte Salzsäure, verdünnte Schwefelsäure-Lösung, Zitronensäure-Lösung, Milchsäure-Lösung) mit Indikator-Lösung (Bromthymolblau) - Prüfung der sauren Lösungen auf elektrische Leitfähigkeit - Hinzugabe von etwas Magnesium zu sauren Lösungen (mit Knallgasprobe) - Hinzugabe von etwas Aluminium zu sauren Lösungen Auswertung führt zu Gemeinsamkeiten von sauren Lösungen: Verfärbung Indikator-Lösung, elektrische Leitfähigkeit, Reaktion mit Magnesium u .a. zu Wasserstoff, Vorhandensein von Ionen, Information: Vorhandensein hydratisierter Wasserstoff-Ionen (Oxonium-Ionen) in sauren Lösungen als gemeinsames Merkmal

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie lässt sich Salzsäure herstellen? (ca. 2 Ustd.)	die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1), Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3), an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1).	L-Experiment: Einleiten von Chlorwasserstoffgas in Wasser (Indikator-Zugabe, Messung elektr. Leitfähigkeit) Auswertung, Identifikation der Chlorwasserstoff-Moleküle als Protonendonatoren und Zuordnung der Salzsäure als saure Lösung und des Chlorwasserstoff-Moleküls als Säure Übung mittels Scaffolding-Techniken zur Unterscheidung: Alltagsbegriff (Säure) – Fachbegriff (saure Lösung) – Fachbegriff (Säure als Protonendonator) an verschiedenen Beispielen (Chlorwasserstoff/Salzsäure, Essigsäure, Bromwasserstoff, Schwefelsäure, Citronensäure, Milchsäure)
Welche Gemeinsamkeiten haben alkalische Lösungen? (ca. 2 Ustd.)	die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1), 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).	Alkalische Lösungen in Alltag und Umwelt, z. B. - Rohrreiniger [1] - Geschirrspülmittel - Kernseifenlauge Welche Gemeinsamkeiten haben die alkalischen Lösungen? Experimente zur genaueren Untersuchung alkalischer Lösungen – Versetzen von Natriumhydroxid-Lösung (Natronlauge), Calciumhydroxid-Lösung (Kalkwasser) mit Indikator-Lösung – elektr. Leitfähigkeit einer Natriumhydroxid-Schmelze [2] Auswertung führt zu Gemeinsamkeiten von alkalischen Lösungen: Verfärbung Indikator-Lösung, elektrische Leitfähigkeit, Information: Vorhandensein von hydratisierten Hydroxid-Ionen als Gemeinsamkeit der alkalischen Lösungen

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

weiterführendes Material:

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

letzter Zugriff 30.12.2019

Arbeitsfassung

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

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie reagieren saure und alkalische Lösungen miteinander?</i>	IF9: Saure und alkalische Lösungen - Neutralisation und Salzbildung - einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration - Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen	UF3 Ordnung und Systematisierung • Systematisieren chemischer Sachverhalte und Zuordnung zentraler chemischer Konzepte E3 Vermutung und Hypothese • Formulieren von überprüfbaren Hypothesen zur Klärung von chemischen Fragestellungen. Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung der Hypothesen E4 Untersuchung und Experiment • Planen, Durchführen und Beobachten von Experimenten zur Beantwortung der Hypothesen E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Auswerten von Beobachtungen in Bezug auf die Hypothesen und Ableiten von Zusammenhängen K3 Präsentation • sachgerechtes Präsentieren von chemischen Sachverhalten und Überlegungen in Form von kurzen Vorträgen unter Verwendung digitaler Medien
weitere Vereinbarungen ... zur Vernetzung: • saure und alkalische Lösungen ← UV 10.2 • Verfahren der Titration → Gk Q1 UV 1, Lk Q1 UV 1 • ausführliche Betrachtung des Säure-Base-Konzepts nach Brönsted → Gk Q1 UV 1, Lk Q1 UV 1		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Was ist eine Neutralisation? (ca. 6 Ustd.)	beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3), Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als -basen klassifizieren (UF3), an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1), Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1), eine ausgewählte Neutralisation auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (E6, K3).	Kontext: Säureunfall auf der Autobahn – Feuerwehr neutralisiert die ausgelaufene Säure Erörterung: sicherheitsbewusster Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Fragestellung: Was geschieht bei einer Neutralisation? Vermutung: Wenn alkalische Lösung zu saurer Lösung hinzugegeben wird, wird die Wirkung der Säure vermindert oder beseitigt. experimentelle Überprüfung: gleiche Portionen gleichkonzentrierter Salzsäure und Natronlauge mit Indikator Bromthymolblau werden zusammengegeben, die neue Lösung färbt den Indikator grün. Auswertung des Versuchs und Identifikation einer chemischen Reaktion zu Natriumchlorid und Wasser Darstellung der Vorgänge in einer Reaktionsgleichung und Interpretation nach der Säure-Base-Theorie nach Brönsted Anfertigen eines Erklärvideos [1] zur Neutralisation auf Teilchenebene: • Vertrautmachen mit der App • Erstellen eines Drehbuchs • Erstellen des Erklärvideos

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

Arbeitsfassung

weiterführendes Material:

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

letzter Zugriff auf die URL: 30.12.2019

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

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie geht man sachgerecht mit sauren und alkalischen Lösungen um?</i>	IF9: Saure und alkalische Lösungen - Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen - Ionen in sauren und alkalischen Lösungen - Neutralisation und Salzbildung	E4 Untersuchung und Experiment • Planen und Durchführen von Experimenten E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen K2 Informationsverarbeitung • Filtern von Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten und Analyse in Bezug auf ihre Qualität B3 Abwägung und Entscheidung • Auswählen von Handlungsoptionen nach Abschätzung der Folgen
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • Definition des pH-Wertes über den Logarithmus nur nach Absprache mit der Fachschaft Mathematik, alternativ: Gk Q1 UV 2 ... zur Vernetzung: • saure und alkalische Lösungen ← UV 10.2 • organische Säuren → Gk Q1 UV 2, Lk Q1 UV 1 ... zu Synergien: • ggfs. Anwendung Logarithmus ← Mathematik UV 10.5		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Wo wird der pH-Wert im Alltag verwendet und wie lässt er sich chemisch beschreiben?</i> (ca. 3 Ustd.)	den pH-Wert einer Lösung bestimmen und die pH-Skala mithilfe von Verdünnungen ableiten (E4, E5, K1), 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).	möglicher Kontext: Was sind pH-neutrale Körperpflegemittel? Recherche zum pH-Wert der Haut und Ermittlung des pH-Wertes geeigneter pH-neutraler Pflegeprodukte Lernstraße: • Recherche in Medien zu „pH-neutral“ - Wann ist der pH-Wert neutral und welcher pH-Wert ist für meine Haut gut? • experimentelle Herstellung einer pH-Skala im sauren Bereich (ausgehend von 10 ml Salzsäure-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), versetzt mit Universal-Indikator-Lösung) oder experimentelle Herstellung einer pH-Skala im alkalischen Bereich (ausgehend von 10 ml Natronlauge-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), versetzt mit Universal-Indikator-Lösung) • Überlegungen zur Konzentration der hydratisierten Wasserstoff-Ionen (Oxonium-Ionen)/Hydroxid-Ionen bei verschiedenen pH-Werten
<i>Wie verwendet man saure und alkalische Lösungen sicher in Alltag, Technik und Umwelt?</i> (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 Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6), beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3),	SuS wählen Projekte aus, recherchieren, ggfs. experimentieren, werten ihre Beobachtungen aus, entwickeln Reaktionsgleichungen und präsentieren ihre Ergebnisse. Bewertungsaspekte sollen in dieser Reihe besonders hervorgehoben werden (z.B. Abwägen von Funktion, Nebeneffekten und Gefahren). mögliche Projekte: • Kann man mit Essig (Essigsäure-Lösung) Marmor-Flächen reinigen? (Reaktionen von Säuren mit Kalk)

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).	• Wie entsteht saurer Regen, welche Schäden richtet er an und wie kann man diese beheben bzw. vermeiden? (Saurer Regen, Luftverschmutzung) • Wie kann ich mit Essig (Essigsäure-Lösung) Wasserkocher entkalken? (Reaktion von Säuren mit Kalk, Entwicklung eines Entkalkers) • Was ist Kohlensäure und wieso heißt es „Sprudelwasser“? (Reaktion von Kohlenstoffdioxid in Wasser) • Wie wird Schwefelsäure hergestellt und wo verwendet man sie? (Techn. Herstellung von Schwefelsäure) • Warum ist Ammoniak für Düngemittel so bedeutend? • Wie überlebt Helicobacter pylori im Magen? • Wie stellt man Brausepulver her? • Was verursacht Karies? • Warum wird bei der Geschirreinigung Klarspüler verwendet? [1]

weiterführendes Material:

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

letzter Zugriff auf die URL: 30.12.2019

UV 10.5: Alkane und Alkanole in Natur und Technik (ca. 16 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie können Alkane und Alkanole nachhaltig verwendet werden?</i>	IF10: Organische Chemie - ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole - zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte - Treibhauseffekt	UF3 Ordnung und Systematisierung • Systematisieren nach fachlichen Strukturen und Zuordnen zu zentralen chemischen Konzepten E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Interpretieren von Messdaten auf Grundlage von Hypothesen • Reflektion möglicher Fehler E6 Modelle und Realität • Erklären chemischer Zusammenhänge mit Modellen • Reflektieren verschiedener Modelldarstellungen K2 Informationsverarbeitung • Analysieren und Aufbereiten relevanter Messdaten K4 Argumentation • faktenbasiertes Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen B4 Stellungnahme und Reflexion • Reflektieren von Entscheidungen
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • Vergleich verschiedener Darstellungsformen (digital, zeichnerisch, Modellbaukasten) ... zur Vernetzung: • ausführliche Behandlung der Regeln der systematischen Nomenklatur → EF UV 4 ... zu Synergien: • Treibhauseffekt ← Erdkunde Jg 5/6 UV 10		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie sind fossile Treibstoffe aufgebaut? (ca. 8 Ustd.)	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).	möglicher Einstieg: Unterrichtsgang zur Informationsrecherche zu Treibstoffen an einer Tankstelle (mögliche Ergänzung: Film: Wie gewinnt man aus Erdöl Benzin und Diesel? [1, 2]) fossile Treibstoffe unter der chemischen Lupe: Untersuchen von lang- und kurzkettigen Alkanen und Alkanolen: - Siedetemperaturen verschiedener Alkane und Alkanole [3] (Deutung der Unterschiede mit den van-der-Waals-Kräften [4] und Wasserstoffbrücken) - Löslichkeit in Wasser und in Öl (Unterscheidung der Stoffklassen aufgrund der Hydroxylgruppe in den Alkanolmolekülen → Wasserstoffbrücken) - von der qualitativen Elementaranalyse zur Struktur der Alkane und/oder Alkanole [5] - räumliche Strukturen von Alkanen und Alkanolen (Molekülbaukasten, digitale Modelle [6, 7, 8]) - Nomenklatur der Alkane und Alkanole [7] mögliche Differenzierung: experimentelle Herleitung der Strukturformel von Alkanen und Alkanolen [9], Isomerie, Crack-Prozesse bei der Benzingewinnung, Molmassenbestimmung, alkoholische Gärung, Biogasgewinnung
Was passiert bei der Verbrennung von fossilen und regenerativen Brennstoffen? (ca. 5 Ustd.)	Treibhausgase und ihre Ursprünge beschreiben (UF1), Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital beschaffen und vergleichen (E5, K2).	Sammeln möglicher Autoantriebe arbeitsteilige Gruppenarbeit („Mein Autoantrieb“): SV: Verbrennung von fossilen, regenerativen und synthetischen Treibstoffen (Heptan (Benzin), Paraffinöl (Diesel), Methan (Erdgas/Biogas), Butan oder Propan (Autogas), Ethanol

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

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.planet-schule.de/sf/filme-online.php?reihe=1413&film=9765	In diesem Kurzfilm wird die fraktionierte Destillation von Diesel und Benzin aus Rohöl dargestellt. Neben dem Filmmaterial findet man auch das Filmskript, ein Quiz zum Video und weitere Informationen rund um das Thema Erdöl.
2	https://nrw.edupool.de/search?func=record&standort=GT&record=xfwu-5521276&src=online	Alternativ zu dem unter [1] genannten Film kann auch das interaktive Online-Medien-Paket „Erdöl. Ein Rohstoff wird verarbeitet und veredelt“ eingesetzt werden. In 10 Kurzsequenzen mit interaktiven Materialien werden die Zusammensetzung von Erdöl und die Produktionsabläufe in der Raffinerie bis zur Benzinveredelung erklärt.
3	https://degintu.dguv.de/experiments/19	Versuchsvorschrift Bestimmung der Siedetemperatur von Flüssigkeiten
4	https://studyflixx.de/elektrotechnik/van-der-waals-krafte-1561	Auf dieser Website findet man ein anschauliches Erklärvideo der van-der-Waals-Kräfte auf Grundlage des Bohrschen Atommodells. Dabei wird veranschaulicht, wie sie entstehen und wie sie funktionieren.
5	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01a.pdf https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01b.pdf	Versuchsvorschrift zur qualitativen Analyse von Brenngasen Versuchsvorschrift zur qualitativen Analyse von organischen Flüssigkeiten
6	https://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html	Mithilfe des browserfähigen digitalen Chemiebaukastens können 3D-Moleküle gebaut und visualisiert werden.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
7	https://nomenklaturhelfer.de/index.html	eine App zur Nomenklatur (Quiz) und zur Darstellung einfacher organischer Verbindungen für Android und IOS (keine Freeware)
8	https://www.arvrinedu.com/single-post/AR-VR-Molecules-Editor-Day-11-31DaysOfARVRinEDU	Der AR-VR-Moleküleditor erlaubt die Konstruktion und die Darstellung von Molekülen in 3D (englisch). Er kann sowohl für Android als auch für IOS in den jeweiligen Stores heruntergeladen werden.
9	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l06a.pdf	Versuchsvorschrift zur quantitativen Analyse des Wasserstoffanteils von Methan und Propan
10	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l03.pdf	Versuchsvorschrift für die vereinfachte quantitative Elementaranalyse nach Rimschen. Hier wird die Liebig-Analyse so vereinfacht, dass nur das Reaktionsprodukt Wasser aufgefangen wird. Wenn die Substanz nur C, H und O enthält, kann der C-Anteil trotzdem berechnet werden.
11	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l04.pdf oder https://www.jagemann-net.de/chemie/chemie11/kohlenstoffchemie/kohlenstoffchemie.php	Versuchsvorschrift zur Bestimmung der Masse an Kohlenstoffdioxid bei der Oxidation eines flüssigen Treibstoffs (Ethanol, Heptan) mit Kupferoxid
12	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernspiel%20zu%20Luftqualität%20Klimawandel%20Ozonloch.zip	Mit dem Lernspiel können die SuS ihr Wissen zu Klimawandel, Kohlenstoffdioxidemission, Feinstaub und Ozonloch differenziert vernetzen.
13	https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland	Auf der Website des Umweltbundesamts findet man diverse Daten zu Treibhausgasemissionen einschließlich der

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
		deutschland- und europaweiten Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemission.
14	https://www.youtube.com/watch?v=fZKMAGB9o3M https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase	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	https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissionen-von-autos-zahlen-und-fakten-infografik	Umfangreiche Datensammlung zu den Kohlenstoffdioxidemissionen in den verschiedenen Sektoren
16	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/online_ergaenzung_mnu_bioethanol.pdf	Mithilfe der Materialien zur Fachausschussmethode, mit der der Einsatz von Bioethanol als Substituent für fossile Treibstoffe gesellschaftskritisch reflektiert und diskutiert werden kann, können die Bewertungskompetenzen der SuS geschult werden.

Letzter Zugriff auf die URL: 09.12.2019

Fakultativ

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

Fragestellung	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?</i>	IF10: Organische Chemie – Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe	UF 2 Auswahl und Anwendung • zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen B3 Abwägung und Entscheidung • Auswählen von Handlungsoptionen durch Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für Natur, das Individuum und die Gesellschaft B4 Stellungnahme und Reflexion • argumentatives Vertreten von Bewertungen K4 Argumentation • faktenbasierte Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen
weitere Vereinbarungen ... zur Schwerpunktsetzung: • einfache Stoffkreisläufe im Zusammenhang mit dem Recycling von Kunststoffen als Abfolge von Reaktionen ... zur Vernetzung: • ausführliche Behandlung von Kunststoffsynthesen → Q2 Gk UV 2 • Behandlung des Kohlenstoffkreislaufs → EF UV 2		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Warum bestehen viele Produkte unseres Alltags aus Kunststoffen?</i> (ca. 3 Ustd.)	die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften begründen (UF2), ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur zurückführen (E6).	möglicher Kontext: „Alltagsprodukte aus Kunststoffen“ Entwicklung einer Mind-Map zu Alltagsprodukten aus Kunststoffen Entwicklung von Fragestellungen auf Grundlage der Mind-Map: z. B. - Wie sind Kunststoffe aufgebaut? - Warum haben Kunststoffe unterschiedliche Eigenschaften? - Welche Alternativen gibt es zu Erdöl als Grundlage zur Herstellung von Kunststoffen? - Welche Möglichkeiten der Entsorgung bzw. des Recyclings von Kunststoffen gibt es? Untersuchen der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen (z. B. Schmelzverhalten) verschiedener Kunststoffe [1, 2, 3] (z. B. Lernzirkel mit Experimenten); im Lernzirkel sollten sowohl Kunststoffe aus Erdöl als auch aus nachwachsenden Rohstoffen untersucht werden. Ergänzen der Mind-Map mit den Ergebnissen des Lernzirkels (z. B. makromolekulare Struktur der Kunststoffe, Einteilung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere) [3];

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Wie funktioniert der Kunststoffkreislauf? (ca. 3 Ustd.)	die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4).	möglicher Einstieg: „Ab in den Kunststoff-Kreislauf“ [4, 5] Arbeitsteilige Gruppenarbeit, in der ein Stoffkreislauf in Bezug auf chemische Reaktionen (Edukte → Produkte, kein Mechanismus) und Energieeinsatz und -ausbeute von den SuS erarbeitet wird. Mögliche Themen: 1. Vom Erdöl zur Plastiktüte - Polyethen (Synthese eines Kunststoffs aus Ethen, LD-PE, HD-PE, Umgang mit Kunststoffabfällen [3] evtl. exp. Untersuchung der Zusammensetzung von Polyethen [6], Beispiel zum Recycling: exp. Umschmelzen von Polyethen [6]), Recherche thermisches Recycling [9] 2. Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Stärkefolie (u. a. Lebensweg eines Einwegtellers aus Stärke, exp. Herstellung einer Stärkefolie [3, 6, 7, 8, 9]) 3. Biologisch abbaubare Kunststoffe – Polymilchsäure (Eigenschaften und Verwendung von Polymilchsäure, exp. Synthese von Polymilchsäure [3, 7, 8, 9]) Präsentation der Stoffkreisläufe der bearbeiteten Kunststoffe

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Wie kann ein nachhaltiger Umgang mit Kunststoffprodukten aussehen?</i> (ca. 2 Ustd.)	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).	Die Warentest-Methode: Biokunststoffe vs. erdölbasierte Kunststoffe im Vergleich [12, 13] mit anschließender Debatte aufgrund der eigenen Wertigkeiten beim Warentesten Mögliche Vertiefung: Vorbereitung des Schulprojekts zum Tag der Nachhaltigkeit [4, 10, 11]

Weiterführendes Material:

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

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

Letzter Zugriff auf die URL: 11.10.2019

Fakultativ

Alternativ: UV 10.6: Nanochemie (ca. 8 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?	–	UF 2 Auswahl und Anwendung • zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen B3 Abwägung und Entscheidung • Auswählen von Handlungsoptionen durch Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für Natur, das Individuum und die Gesellschaft B4 Stellungnahme und Reflexion • argumentatives Vertreten von Bewertungen K4 Argumentation • faktenbasierte Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen
weitere Vereinbarungen •		

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<i>Was ist Nanotechnologie?</i> (ca. 2 Ustd.)		Definition und Überblick Spielerische Experimente
<i>Wie kann Nanotechnologie genutzt werden?</i> (ca. 4 Ustd.)		Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung) Recherche und anschließende Präsentation zu neuen Materialien aus Kohlenstoff und Problemen der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen) - Aufbau - Herstellung - Verwendung - Risiken - Besonderheiten
<i>Kann ich Nanopartikel selbst herstellen?</i> (ca. 2 Ustd.)		Theoretische Gegenüberstellung von Top-down und Bottom-up Prozessen Experimentelle Erzeugung von Nanopartikeln

Weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	FCI, Informationsserie Wunderwelt der Nanomaterialien (inkl. DVD und Experimente)	Videos, Arbeitsmaterial und Experimente
4	http://www.nanopartikel.info/cms	Website mit unterschiedlichem Informationsmaterial und Artikeln
6	http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/nanotechnologie/1191771	Beispiel eines Unterrichtsgangs mit Arbeitsmaterial

Letzter Zugriff auf die URL: 11.10.2023