

GY

Jgst. EF

<p><b>Fach: Chemie</b>  <b>UV – Thema: Ein Kohlenstoffkreislauf: Modellversuch zu Photosynthese und Atmung</b>  <b>Zeitsatz: ca. 6-8 Unterrichtsstunden</b>  <b>Bezug zu UN-Nachhaltigkeitsziel(en):</b></p> 	<p><b>Ggf. Inhaltsbereich</b> (gem. Kernlehrplan vom 7.6.2022, <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/314/klp_gost_ch_2022_06_07.pdf">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/314/klp_gost_ch_2022_06_07.pdf</a>)</p> <p><b>IHF2: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <p><b>Inhaltfeld/fachliche Konkretisierung (KLP)</b>  <b>Inhaltliche Schwerpunkte</b></p> <p>Kohlenstoff-Kreislauf in der belebten Natur</p>	<p><b>Leitgedanken von BNE in Nordrhein-Westfalen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zukunft gerecht gestalten im Sinne nachhaltiger Entwicklung</b></li> <li>• <b>die dafür notwendigen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen erwerben</b></li> </ul> <p><b>Merkmale von BNE-Lernprozessen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Auswahl von Fragestellungen in Hinblick auf Zukunftsrelevanz</li> <li>2. Berücksichtigung mehrerer Dimensionen (ökologisch, ökonomisch, sozial, politisch/global)</li> <li>3. Multiperspektivische Betrachtung</li> <li>4. Förderung systemischen Denkens und der Vernetzung von Wissen</li> <li>5. Umgang mit Widersprüchen, Unwägbarkeiten, Risiken bei (persönlichen) Zielkonflikten</li> <li>6. Eigenverantwortliche und partizipative Lernprozesse</li> </ol> <p><b>Übergeordnete Kompetenzerwartungen (gem. KLP 2022), insbesondere:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S3 erklären Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen</li> <li>2. S5 beschreiben Stoffkreisläufe in Natur oder Technik als Abfolge chemischer Reaktionen.</li> <li>3. S7 beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an,</li> <li>4. S8 beschreiben an ausgewählten Beispielen Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen sowie durch den Einsatz von Katalysatoren,</li> <li>5. S10 nutzen chemische Konzepte zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern.</li> <li>6. S14 beschreiben ausgewählte Reaktionsabfolgen auch auf Teilchenebene,</li> <li>7. E3 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.</li> </ol>
---	--	--

8. E4 planen unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle Experimente auch zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien,
9. E9 diskutieren an ausgewählten Beispielen Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
10. E11 stellen bei der Deutung von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.
11. K10 erklären ausgewählte chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig,
12. B1 betrachten Aussagen und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven und beurteilen diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,
13. B10 bewerten den gesellschaftlichen und ökologischen Nutzen der angewandten Chemie,
14. B12 beurteilen und bewerten Verfahren und Erkenntnisse in aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen

### **Ausgangsüberlegung:**

- Der KLP Chemie weist im Inhaltsfeld 2 „Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht“ als einen von zwei Schwerpunkten in der Einführungsphase aus.
- Es soll eine Option bieten, die fachlichen Inhalte des IHF2 unter besonderer Berücksichtigung von BNE im schuleigenen Curriculum für das Fach Chemie abzudecken
- Das chemische Gleichgewicht, die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser bei verschiedenen Temperaturen, Oxidation von Alkoholen und Oxidationsprodukte und Umgang mit Energiediagrammen gelten als Lernvoraussetzung.

**Unterrichtsvorhaben: Ein Kohlenstoffkreislauf: Modellversuche zu Photosynthese und Atmung**

Sequenzierung (Unterrichtseinheiten)	Ziele von BNE-Lernprozessen (gem. Leitlinie BNE) <sup>1</sup>	Übergeordnete und konkretisierte Kompetenzerwartungen (gem. KLP Chemie SII): Die SuS...	Medien/Lernmittel/Hinweise/Links (genannte Medien befinden sich im Reader)
<b>1. Die Photosynthese am Beispiel Wasserpest:</b> Sauerstoffnachweis mit Indigokarmin (→ Pflanzen sind in der Lage, aus anorganischem Kohlenstoffdioxid organische Verbindungen wie Glucose herzustellen.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilung von Folgen und Wechselwirkungen des vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen gesellschaftlichen Handelns; Kenntnis der Zusammenhänge von lokalen bis globalen Perspektiven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ E3 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.</li> <li>○ E4 planen unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle Experimente auch zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinweise: Energieform Licht als unerschöpfliche Ressource erkennen, Notwendigkeit von Energiespeichern auch in der Technik erkennen, Diskussionen über politische Subventionen / Gesetze zur Förderung der Nutzung von Lichtenergie, Möglichkeiten dezentraler Energiebereitstellung, auch im globalen Süden</li> <li>• Versuche z.B. in Chemie 2000+ Einführungsphase auf S. 124. [C.C. Buchner 2012; ISBN978-3-7661-3367-0]</li> <li>• Videos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserpest: <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5359&amp;L=0">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5359&amp;L=0</a></li> <li>• Indigokarmin: <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5360&amp;L=0">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5360&amp;L=0</a></li> </ul> </li> </ul>
<b>2. Glucose – ein Energielieferant</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellatmung <math>C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O</math>; <math>\Delta G^\circ = -2880\text{kJ}</math>;</li> <li>• Brennwert einiger Brennstoffe (z.B.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis verschiedener Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung (ökologisch, ökonomisch, sozial, kulturell, politisch); Identifikation und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ S3 erklären Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen</li> <li>○ S14 beschreiben ausgewählte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinweise: Bevölkerungswachstum, Waldbestände, Rodung von Regenwald, Aufforstungsprogramme, Frage nach CO<sub>2</sub>-Senken, Politische Einflussnahme (Gesetze, Subventionen), ökologischer Fußabdruck (Umweltverbrauch)</li> <li>• z.B. Versuch V1 in Chemie 2000+ Einführungsphase, S. 126.</li> </ul>

<sup>1</sup> Alle formulierten Ziele finden sich hier wieder. Eine andere Zuordnung ist denkbar, je nach konkreter Ausgestaltung der Unterrichtseinheit.

<p>Glucose, Fett, Eiweiß, Holz, Kohle Heizöl);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der menschliche Körper als Verbrennungsmotor: CO<sub>2</sub> als Verbrennungsgas Menschen verbrauchen Sauerstoff und produzieren CO<sub>2</sub></li> <li>• Wohin mit den Verbrennungsgasen? CO<sub>2</sub>-Senken und O<sub>2</sub>-Quellen (Bäume etc.)</li> </ul>	<p>Beurteilung von Interessenlagen von Akteuren aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Kultur und Gesellschaft</p>	<p>Reaktionsabfolgen auch auf Teilchenebene,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mögliche Erweiterung: Integration von <i>Carbon Capture and Storage</i>. Hierzu findet man ausführliche erprobte Unterrichtsmaterialien unter <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/de/unterrichtsmaterialien/carbon-capture-and-storage/">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/de/unterrichtsmaterialien/carbon-capture-and-storage/</a></li> </ul>
<p><b>3. Oxidation von Glucose</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der (katalysierten) Verbrennung</li> <li>• im Blue-Bottle-Versuch (bahnt Kreislaufprozess an)</li> <li>• im Körper: CO<sub>2</sub> im Blut oder in (Meer-)Wasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für beziehungsweise Auseinandersetzung mit Begrenztheit von Wissen und Erkenntnisprozessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ S7 beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an,</li> <li>○ S5 beschreiben Stoffkreisläufe in Natur oder Technik als Abfolge chemischer Reaktionen.</li> <li>○ beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z.B. Versuche V1, V4 und Versuch aus B3 in Chemie 2000+ Einführungsphase, S. 126.</li> <li>• z.B. Versuch in Chemie 2000+ Einführungsphase V1 S. 132</li> <li>• z.B. Versuche in Chemie 2000+ Einführungsphase, S. 120 zur Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser</li> <li>• z.B. Chemie S. 162-171 (Buchner 2022)</li> </ul>

<p><b>4. Biokatalytische Kreisläufe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymatischer Abbau von Stärke</li> <li>• Woher kommt die Glucose?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für beziehungsweise Auseinandersetzung mit Begrenztheit von Wissen und Erkenntnisprozessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ S14 beschreiben ausgewählte Reaktionsabfolgen auch auf Teilchenebene,</li> <li>○ erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z.B. in Chemie 2000+ Einführungsphase S. 137 und Versuch V2 von S. 136 Abbau von Stärke durch Amylase aus Speichel, Überprüfen mit Lugolscher Lösung; (bzw. einfacher: Brot kauen und auf süßen Geschmack hinweisen)</li> </ul>
<p><b>5. Photosynthese und Atmung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellversuch Photo-Blue-Bottle</li> <li>• Photokatalytische Prozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für beziehungsweise Auseinandersetzung mit Begrenztheit von Wissen und Erkenntnisprozessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ S10 nutzen chemische Konzepte zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern</li> <li>○ E9 diskutieren an ausgewählten Beispielen Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,</li> <li>○ E11 stellen bei der Deutung von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.</li> <li>○ K10 erklären ausgewählte chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z.B. in Chemie 2000+ Einführungsphase, S. 138f,</li> <li>• Die Versuche von S. 138 können mit Ethylviologen statt mit Methylviologen durchgeführt werden, dann entfällt das Problem der Giftigkeit und die SuS können selbst experimentieren.</li> <li>• Video zu Photo-Blue-Bottle als Konzentrationszelle zur Demonstration gespeicherter Energie in der blauen Lösung; <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=4752&amp;L=1">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=4752&amp;L=1</a></li> <li>• Animation zur Photokatalyse unter: <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/de/digitale-medien/animationen/photochemie/photokatalyse/">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/de/digitale-medien/animationen/photochemie/photokatalyse/</a></li> </ul>
<p><b>6. Chemische Energiespeicher</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Zusammenhänge von lokalen bis globalen Perspektiven; Identifikation und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ B1 betrachten Aussagen und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven und beurteilen diese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzeugung von Wasserstoff als Energiespeicher im erweiterten Photo-Blue-Bottle-Experiment</li> <li>• Hinweis: Dezentrale Verfügbarmachung von gespeicherter Energie</li> <li>• Mögliche Erweiterung: Experimente/ Medien zur <i>Photoreformierung von Biomasse</i> (ausführliches Material unter:</li> </ul>

	<p>Analyse von Herausforderungen und Chancen in Entscheidungsprozessen und in Bezug auf Handlungsmöglichkeiten</p>	<p>sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ B10 bewerten den gesellschaftlichen und ökologischen Nutzen der angewandten Chemie</li> </ul>	<p><a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/fileadmin/Chemie/chemiedidaktik/files/material/BNE-allgemein/Aufgaben_Material_Photoreformierung_von_Ethanol_1.0.pdf">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/fileadmin/Chemie/chemiedidaktik/files/material/BNE-allgemein/Aufgaben_Material_Photoreformierung_von_Ethanol_1.0.pdf</a> )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=4754&amp;L=0">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=4754&amp;L=0</a></li> </ul>
<p><b>7. Nachwachsende Rohstoffe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis verschiedener Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung (ökologisch, ökonomisch, sozial, kulturell, politisch)</li> <li>• Beurteilung von Folgen und Wechselwirkungen des vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen gesellschaftlichen Handelns</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13).</li> <li>○ B10 bewerten den gesellschaftlichen und ökologischen Nutzen der angewandten Chemie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökobilanzen, Teller- oder Tank-Debatte, CO<sub>2</sub>-Neutralität bewerten</li> <li>• Weiterführendes Material zur Teller/Tank Debatte: <a href="#">Zwischen Tank und Teller.pdf (globaleslernen.de)</a></li> </ul>

Internetressourcen:

- Lehr- und Lernmaterialien zu Bildung für nachhaltige Entwicklung: <https://www.bne-portal.de/>
- Zwischen Tank und Teller: <https://www.globaleslernen.de/de>
- Videos zu verschiedenen Versuchen: <https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de>